

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**  
**FAKULTA TEXTILNÍ**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Liberec 2011

Bc. Lenka Hatašová

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI**

**FAKULTA TEXTILNÍ**



Studijní program: N3108 Průmyslový management

Studijní obor: 3106T014-80 Produktový management- Textil

**TESTOVÁNÍ ZMĚN VLASTNOSTÍ BAVLNĚNÉ  
TEXTILIE PŘI MERCERACI**

**TESTING CHANGES OF COTTON TEXTILE  
AFTER MERCERIZATION**

Bc. Lenka Hatašová

KHT-poř. č. 050

**Vedoucí bakalářské práce:** Ing. Dagmar Machaňová

**Rozsah práce:**

Počet stran textu .....53

Počet obrázků ..... 15

Počet tabulek .....35

Počet grafů .....34

Počet stran příloh.....20

**Bc. Lenka Hatašová**

**T09000053**

**N3108 Produktový management**

**Katedra hodnocení textilií**

## **Testování změn vlastností bavlněné textilie při merceraci**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte rešerši k danému tématu
2. Proved'te merceraci a louhování několika typů bavlněné tkaniny za různých podmínek (např. koncentrace NaOH)
3. Otestujte změny vláken při působení NaOH standardními metodami (např. barvicí test, baryové číslo, mikroskopie)
4. Navrhněte a ověřte nejvhodnější metody testace vzorků založených na rozdílných sorpčních a optických charakteristikách vláken po úpravě působením NaOH
5. Diskutujte výsledky

## **Prohlášení**

Byl(a) jsem seznámen(a) s tím, že na mou diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé diplomové práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li diplomovou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědom povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Diplomovou práci jsem vypracoval(a) samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

Podpis

## PODĚKOVÁNÍ

Především chci poděkovat panu řediteli Ing. Závěrkovi z firmy SebaT a.s., že mi poskytl možnost spolupracovat s firmou při psaní této diplomové práce.

Vřelé díky patří mé vedoucí paní Ing. Machaňové a panu Doc. Wienerovi za skvělý přístup při konzultacích a nepostradatelné rady při tvorbě diplomové práce. Velký dík patří panu Ing. Petrovi z firmy SebaT a.s. za výbornou spolupráci, komunikaci a trpělivost při vytváření této práce, za jeho cenné rady a velmi milý přístup.

Dále musím poděkovat pracovnímu kolektivu firmy Huntsman, kteří mi byli nápomocni při testování a poskytli mi prostor pro tvorbu části experimentu. Poděkovat musím i celému kolektivu v laboratoři obrazové analýzy na katedře textilních technologií Technické univerzity v Liberci za jejich milý a bezproblémový přístup. Dále chci tímto poděkovat kolektivu firmy Mileta Černý Dvůr, který mi poskytl prostor a cenné rady při konzultacích.

V neposlední řadě chci poděkovat mé rodině a přáteli, kteří mi byli vždy velikou oporou při studiu a při tvorbě této diplomové práce.

# ANOTACE

Tato diplomová práce se zabývá testováním bavlněných textilií upravených laboratorní i provozní mercerací a louhováním a porovnáním změn vlastností s toutéž textilií bez úpravy.

V teoretické části je popsána bavlna, její složení a vlastnosti. Teoretická část obsahuje proces mercerace a louhování a její důsledky po aplikaci na bavlnu. Představeny jsou zde vybrané chemické, mechanické a optické metody testování změn vlastností mercerované textilie jako je barvení, zkouška pevnosti, Baryové číslo nebo elektronová rastrovací mikroskopie.

V experimentální části jsou popsány testované materiály, postupy mercerace a louhování a procesy jednotlivých provedených zkoušek na materiálech bez úpravy, po provozní i laboratorní merceraci a louhování. Změny vlastností jsou statisticky vyhodnoceny a graficky znázorněny. Účelem experimentu je zjištění vlivu mercerace/louhování pomocí NaOH o různých koncentracích na bavlnu.

## KLÍČOVÁ SLOVA:

Bavlna, mercerace, louhování, baryové číslo, elektronový rastrovací mikroskop

# ANNOTATION

This thesis deals with the testing laboratory modified cotton fabrics and operational mercerization and leaching properties and by comparison with the same fabric without modification.

The theoretical part describes cotton its composition and properties. The theoretical part includes the process of mercerization and leaching, and its effects when applied to cotton. Presented here are selected chemical, mechanical and optical methods of testing changes in properties such as mercerization fabric dyeing, strength test, Baryo's number and scanning electron microscopy.

The experimental section describes the materials tested, mercerization and procedures and processes of leaching tests, performed on materials without modification, and the operational and laboratory mercerization and leaching. Changes in properties are statistically evaluated and graphically displayed. The purpose of the experiment is to determine the effect of mercerization / leaching with NaOH of different concentrations for cotton.

## KEY WORDS:

Cotton, mercerization, leaching, baryo's number, scanning electron microscope

## Seznam zkratk

tzv ..... tak zvaně

apod. .... podobně

např. .... například

tzn. .... to znamená

°Bé ..... stupeň Baume = koncentrace NaOH

NaOH ..... hydroxid sodný

## OBSAH

1	BAVLNA .....	11
1.1	Pěstování bavlny .....	11
1.2	Třídění bavlny .....	12
1.3	Vzhled vláken bavlny a jejich složení .....	12
1.4	Vlastnosti bavlny .....	15
1.5	Dělení bavlny .....	17
1.6	Předúprava bavlny .....	18
1.6.1	Požehování .....	18
1.6.2	Odšlichtování .....	18
1.6.3	Vyvářka .....	19
2	MERCERACE .....	19
2.1	Technologický postup mercerace .....	20
2.2	Materiály vhodné pro merceraci .....	22
2.3	Vlastnosti mercerované bavlny .....	23
2.4	Zařízení pro merceraci .....	23
2.4.1	Řetězový mercerační stroj .....	23
2.4.2	Válcový stroj .....	24
2.4.3	Mercerační centrifuga .....	25
3	LOUHOVÁNÍ .....	26
4	METODY TESTOVÁNÍ MERCERACE/LOUHOVÁNÍ .....	26
4.1	Metody založené na barvení .....	26
4.1.1	Barvení .....	26
4.1.2	Hodnocení barevnosti materiálu .....	27
4.2	Baryové číslo .....	29



4.3	Jodová sorpce .....	30
4.4	Chloral-hydrát.....	30
4.5	Lesk .....	31
4.6	Kvantitativní metoda podle Kreise - Poměr mercerovaných vláken .....	31
4.7	Rastrovací elektronová mikroskopie (SEM) .....	32
4.8	Obrazová analýza příčného řezu vlákna .....	32
4.8.1	Parametry příčného řezu vlákna .....	32
4.9	Pevnost.....	33
5	TESTOVANÉ MATERIÁLY .....	34
6	PŘÍPRAVA MATERIÁLŮ PRO TESTOVÁNÍ .....	34
6.1	Laboratorní mercerace .....	34
6.2	Laboratorní louhování .....	36
7	TESTOVÁNÍ MATERIÁLŮ .....	36
7.1	Příprava materiálů pro testování .....	36
7.2	Barvicí testy .....	37
7.2.1	Barvicí Red-green test .....	37
7.2.2	Barvicí test pomocí barvy Chicagoblau .....	41
7.2.3	Barvicí test pomocí reaktivního barviva Drimaren brill blue K-BL .....	45
7.3	Baryové číslo .....	49
7.4	Dostava .....	51
7.5	Rozměrová stabilita .....	51
7.5.1	Výsledné hodnoty změny rozměrů v % .....	52
7.6	Měrná hmotnost .....	53
7.7	Pevnost.....	54
7.7.1	Výsledné hodnoty pevnosti měřených materiálů .....	54
7.8	Lesk .....	55
7.9	Elektronový rastrovací mikroskop.....	57

7.10	Obrazová analýza příčných řezů.....	58
8	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	67
9	SEZNAM TABULEK .....	67
10	SEZNAM GRAFŮ .....	68
11	SEZNAM PŘÍLOH.....	70
12	PŘÍLOHY .....	71

## Úvod

Mnoho textilních firem kvůli finančním úsporám nevyrábí materiály pro další zpracování, ale kupují tkaniny pro výrobu od zahraničních dodavatelů, zejména z dálného východu. Bohužel je komunikace s dodavateli z takovýchto zemí velmi složitá, často dochází ke zkresleným informacím. To se týká informace o merceraci, je-li mercerace či není provedena, jakého stupně mercerace bylo úpravou dosaženo, případně jak kvalitně byla provedena. Kvalita mercerace ovlivňuje řadu parametrů, jedná se například o kvalitu a úsporu po vybarvení, dostatečnou pevnost, nižší sráživost nebo požadované zvýšení lesku. Velmi praktické by proto bylo, kdyby si firmy mohly ověřit pravdivost udávaných informací o úpravě materiálu pomocí osvědčených a nejjednodušších a přesto vypovídajících metod testování.

Cílem této diplomové práce je vybrat vhodné metody testování kvality mercerace. Aby bylo porovnání co nejefektivnější, bylo nutné nejprve provést merceraci i louhování NaOH o různých koncentracích, aby bylo možné porovnat, do jaké míry se změni vlastnosti po této operaci s rostoucí koncentrací NaOH. Porovnání je provedeno na materiálech získaných od české firmy, mercerovaných i louhovaných a to jak laboratorně tak provozně. Metody testování takto upravených materiálů jsou vybrány dle vlastního uvážení. Jsou to metody dokazující změny vlastností mechanických, chemických i optických. Vybranými metodami testování jsou barvicí testy, dle kterých je možné stanovit barevný rozdíl mercerovaných materiálů, určení Baryového čísla, což je metoda, kterou lze objektivně zjistit, zda se jedná o materiál mercerovaný či nikoliv. Jako doplňkovou metodou je zvoleno měření pevnosti a sráživosti materiálů a pro optické porovnání změn mercerované textilie je vybrána metoda sledování tvaru průřezu vlákna pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu. Výsledky jsou vyhodnoceny a graficky znázorněny pro snadnější orientaci.

Na závěr jsou výsledky diskutovány a vybrány nejvhodnější z testovaných metod pro nejjednodušší zjištění mercerace.

# LITERÁRNÍ PRŮZKUM

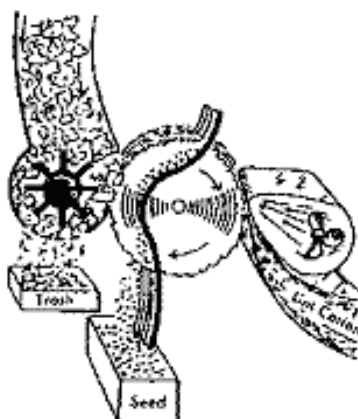
## 1 BAVLNA

Bavlna je velmi rozšířenou surovinou, používanou v textilním průmyslu již od starověku. Z Nálezů z Východní Indie je patrné, že se bavlněné textilie používaly již ve 3. a 4. tisíciletí před n.l.. V Evropě se začala používat až o mnoho let později a to až v 17. století n.l.[1].

### 1.1 Pěstování bavlny

Růst bavlny je dán klimatickými podmínkami. Bavlna dozrává po 5ti až 6ti měsících. Květ se skládá z pěti okvětních lístků, který se promění v plod (tobolku) po odkvětu. Tobolka se skládá z 5ti pouzder, přičemž každé pouzdro obsahuje kolem 20ti semen. Vlákná rostou postupně. Nejprve roste primární stěna vlákna po dobu 13-20 dní a poté dorůstá stěna sekundární po dobu 25-40 dní. Jakmile tobolka dozraje, praskne a objeví se bavlněná vlákna. Vlákná dorůstají zvenku dovnitř [4].

Jelikož tobolky nedozrávají současně, sklizeň probíhá až třikrát. Při první sklizni se sklízí vlákna méně zralá, z druhé sklizně se získají nejkvalitnější vlákna a ve třetí sklizni se sesbívají vlákna poškozená mrazem nebo deštěm. Nejužívanějším způsobem sklizně je sklizeň strojní, šetrnější je ruční sklizeň, která je ale velmi drahá. Defoliačním postřikem je keřík zbaven listů, poté se sklízí tobolky odlomením z keře, bavlna se dále volně suší na poli, odkud putuje k vyzrňovacímu stroji, kde jsou vlákna oddělena od semen [2].



Obrázek 1 - vyrňovací stroj

## 1.2 Třídění bavlny

Získanou bavlnu je nutné roztrždit, což se provádí dle několika hledisek:

- čistota suroviny
- zralost (micronaire), bavlna se dělí na:  $< 3$ , což je jemná bavlna,  $4 - 5$  je bavlna průměrná a hrubá bavlna  $> 6$  [3]
- délka
- barevný odstín, který je dán zeminou pěstitelské oblasti.

K surovině je též dodávána informace (atest HVI- Hight Volume Instruction) o délce vlákna, jemnosti, třídě a způsobu čištění, tyto informace jsou uschovány v čárovém kódu, který se dodává k surovině.

### Existuje několik druhů bavlny, které se rozlišují dle místa pěstování

- Bavlna americká se pěstuje ve státech Louisiana, Alabama, Georgia, Carolina, Florida, Texas a další. V těchto místech se pěstuje bavlna nazývaná Upland, Sea Island, která se vyznačuje dlouhými vlákny, tento typ je na ústupu, v Evropě se téměř nevyskytuje. Bavlna se dále pěstuje na území Brazílie, Mexika, Venezuely.
- Bavlna egyptská se pěstuje především v údolí Nilu, kde jsou pro její pěstování ideální podmínky, v Gíze.
- Bavlna východoasijská je pěstována především v Indii, Číně, Japonsku, Koreji.

## 1.3 Vzhled vláken bavlny a jejich složení

Povrch vlákna je potažen tenkou vrstvičkou  $0,5 \mu\text{m}$  kutikulou, stěna vlákna je pokryta vrstvami vláček - fibril. Dutinka - lumen se objevuje po celé délce uvnitř vlákna, tento prostor je vyplněn vzduchem a zbytky protoplazmy a rostlinného barviva. Na konci vlákna v místě, kde je přirostlé k semenu, je vlákno nerovné, do hněda zabarvené a široké. Tomuto konci vlákna se říká bazální. Volný konec vlákna má paličkové zakončení. Vlákno, které je v růstu, se vyznačuje svým přímým tvarem bez zákrutů, těch vlákno dosahuje až po odtržení a vyschnutí, kdy se vlákno smrští a zkroutí. Tato šroubovice je charakteristickou vlastností pro bavlněné vlákno. Síla vlákna se pohybuje od  $15$  do  $50 \mu\text{m}$ , uprostřed vlákna je tloušťka největší a směrem k bazálnímu i volnému konci se zmenšuje.

Zralá vlákna v tobolce obsahují molekuly vody, které zabraňují vytvoření intermolekulárních H-můstků, jakmile tobolka dozraje, praskne a vlákna se dostanou do kontaktu se vzduchem, takže dochází k jejich vysychání, začínají se tvořit silné H-můstky,

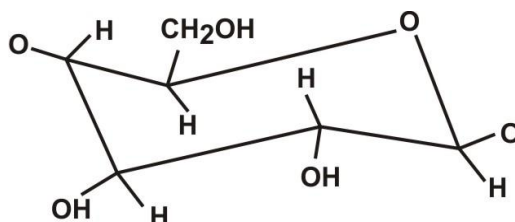
které nelze porušit. Tvorba H-můstků má za následek zborcení stěny vlákna a dochází tak ke stáčení vláknenné stužky, tomuto jevu se říká konvoluce. Dochází k zakroucení až o 180°, zákrutů se na 1mm objevuje až 6 [3].

Chemické složení bavlny je závislé na původu bavlny, zralosti a na podmínkách růstu.

### Složení bavlny

- 87-94% celulózy, která tvoří buněčnou stěnu a je nejrozšířenější organickou látkou na zemi. Vzniká fotosyntézou.

Vzorec celulózy je  $C_6H_{10}O_6$ , obsahuje okolo 44 % uhlíku, 6 % vodíku a 50 % kyslíku.



Obrázek 2 – prostorové uspořádání polymeru celulózy

Celulóza je látkou málo reaktivní. Vlivem chemického složení a struktury celulózy probíhají reakce značně rychleji v amorfni oblasti než v krystalické.

Alkoholové skupiny  $-OH$  mají významný vliv na chemické a fyzikálně chemické vlastnosti celulózy. Vodíkové můstky, které mezi nimi vznikají, způsobují tuhost makromolekul a zapříčiňují nerozpustnost celulózy ve vodě a v běžných rozpouštědlech. Stupeň krystalinity se pohybuje v rozmezí 65-90 %. V amorfni oblastech vlákna se pomocí vodíkových můstků mohou na volné skupiny  $-OH$  vázat molekuly vody, v tomto případě dochází k bobtnání celulózy [11].

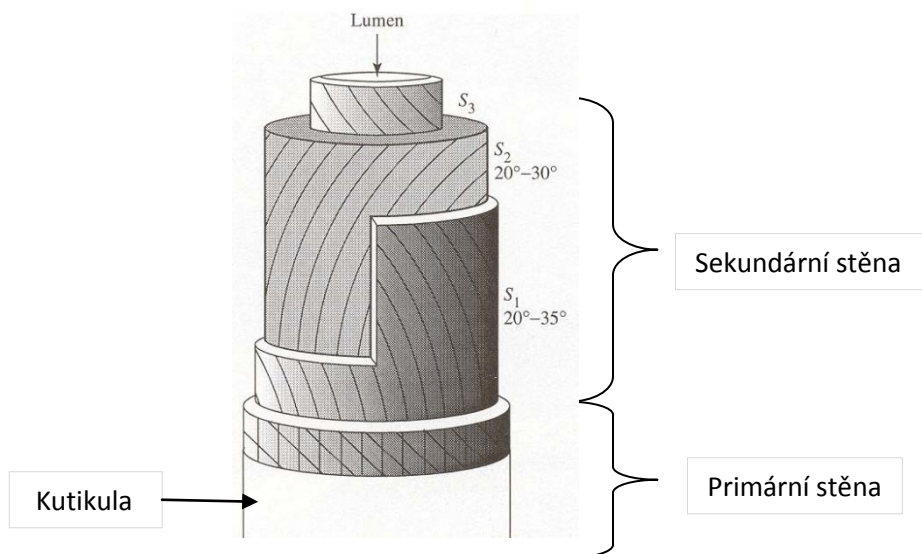
- proteiny (1,3 %)
- pektiny (0,4 - 1,2 %), kyselina polygalakturonová a další složky, které se vyskytují v primární stěně vlákna, odstraňují se alkalickou vyvářkou
- bílkoviny (1 - 2,8 %) lumen obsahuje zbytky protoplazmy, kyselina aspartová, glutamová a prolin se nachází v primární stěně, dusík je obsažen 0,3 % [3]
- popel (1,2 %)

- tuky a vosky (0,4 – 0,8 %), triostanol, což je vyšší jednomocný alkohol, kyselina palmitová, olejová, glycerin. Tyto vosky se nachází na povrchu vlákna a v primární vrstvě. Vosky jsou odstraněny alkalickou vyvářkou.
- cukry (0,3 %)- glukóza, fruktóza, pentóza, pokud vlákno obsahuje větší množství cukrů, pak se jedná o napadení bakteriemi, které tvoří lepidlo.
- Minerální látky (1 - 1,8 %) jako jsou chlornany, sírany, kysličníky křemíku, vápníku, draslíku a hořčíku, fosforečnany
- stopy pigmentů a dalšími složkami.
- hygroscopická vlhkost (6 – 8,5 %)

Bavlněné vlákno je tvořeno z vrstev - lamel, přičemž jedna vrstva naroste za 24 hodin. Zralé vlákno má až 48 vrstev. Jednotlivé vrstvy jsou vláknité tvořené fibrilami, které jsou šroubovitě vzhledem k ose vlákna [8].

**Primární stěna** má tloušťku 0,1- 0,2  $\mu\text{m}$  a obsahuje fibrilární svazky. **Sekundární stěna** obsahuje 95 % vláken a hlavní podíl celulózy a její tloušťka je 4,4  $\mu\text{m}$ . Skládá se z několika vrstev:

- První vrstva S1 o síle 0,1  $\mu\text{m}$  se spirálami ze svazků fibril o délce 30 nm
- Druhá vrstva S2 o síle 4  $\mu\text{m}$  obsahuje koncentrické fibrilární mezivrstvy a spirály ze svazků fibril, směr spirál se mění v nejslabších místech vlákna, 20 - 30 míst na cm
- Třetí vnitřní vrstva S3 o síle 0,1  $\mu\text{m}$ , tato vrstva ohraničuje lumen



Obrázek 3 - struktura bavlněného vlákna [4]

Kutikula je blanka pokrývající chemicky neporušené vlákno. Tato blanka je odlišná jak po chemické stránce tak strukturně od ostatních částí buněčné stěny vlákna. Stěna vlákna obsahuje téměř čistou celulózu, kdežto kutikula nejen celulózu, ale také směs látek voskovitého charakteru. Kutikula má velmi dobré odolnosti proti kyselinám a louhům.

- Fibrilární svazky mají velikost 100-200 nm
- fibrily mají průměr 10-40 nm
- mikrofibrily mají průměr 3-6 nm, obsahují 30 řetězců

Bavlněné vlákno má za různých podmínek různou krystalinitu. Monokrystalickou mřížku má bavlněné vlákno v základních podmínkách, za působení NaOH, NH<sub>4</sub>OH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> je celulóza krystalická. Stupeň krystalinity se pohybuje 65-90 % [3].

Reakce jako je hydrolytické a oxidační štěpení zhoršují zpracovatelské a uživatelské vlastnosti celulózových materiálů. Hydrolytické štěpení je reakce, při níž působením minerálních kyselin jako H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl používaných při kyselení po oxidačním alkalickém zpracování vzniká hydrocelulóza (štěpné produkty). Glukózové jednotky jen těžko odolávají kyselé hydrolyze. Dochází k přerušení řetězce mezi glukózovými jednotkami v glykosidických vazbách a tak snížení polymeračního stupně, což způsobí snížení pevnosti.

## 1.4 Vlastnosti bavlny

### • Zralost

Vlákna bavlny z první sklizně bývají méně zralá, vlákna zralá jsou z druhé sklizně, jsou nejkvalitnější, působením škůdců a mrazu jsou některá bavlněná vlákna mrtvá, takováto vlákna se vyznačují tenkou stužkou, snadno se poškodí a nedají se barvit [2].

Stupeň zralosti lze stanovit pomocí obrazové analýzy pomocí mikroskopu. Vyjádřit lze dle rovnice [9]

$$S = \frac{4 * \pi * A}{p^2}$$

A ..... plocha sekundární stěny

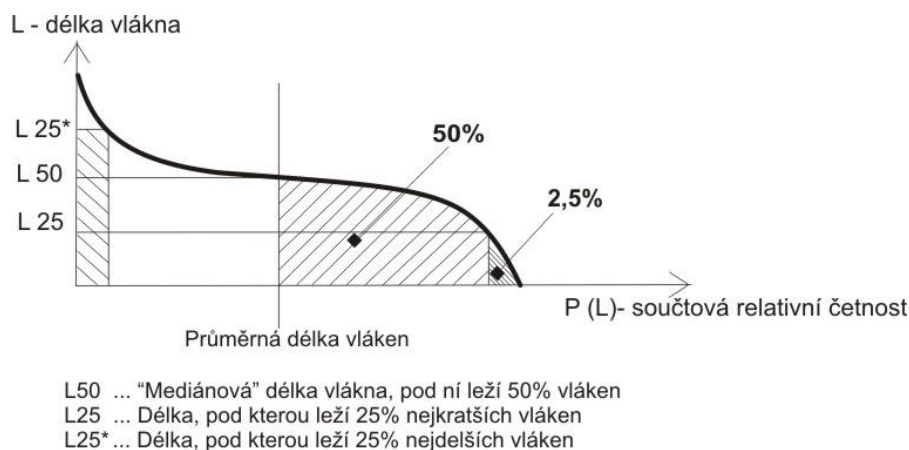
P ..... obvod příčného řezu

Rovnice 1 - vyjádření stupně zralosti bavlněných vláken

- **Barva** bavlněného vlákna bývá v odstínech bílé, krémové, někdy až hnědé.
- **Lesk** - Vlákna bavlny jsou matová.



- **Jemnost** bavlny se pohybuje v rozmezí 1-4 dTex [3].
- **Délka** vláken se dělí do několika tříd. Nejkratší vlákna mají délku 20-26 mm, středně dlouhá vlákna mají délku 26-29 mm, dlouhá vlákna mají délku 29-35 mm a velmi dlouhá vlákna jsou delší než 35 mm. Ve světovém obchodě je délka vláken udávána v palcích [2].



Obrázek 4 - staplový diagram vláken bavlny [3]

- **Pevnost** bavlněných vláken se za mokra zvyšuje. Pevnost za sucha se pohybuje okolo 2-5 cN/dTex, za mokra je to pak 100-120 % pevnosti za sucha. Vlivem zušlechťovacích operací především při některých předúpravách dochází ke zkrácení makromolekulárního řetězce, což zapříčiňuje snížení pevnosti vláken.
- **Tažnost** vláken za sucha je 6-10 % a za mokra 100-110 % tažnosti za sucha. Mercerací se pevnost zvyšuje na více jak 7cN/dTex.
- **Navlhavost** bavlny ve standardních podmínkách 65 % je 7,5 %, zatímco při 95 % vlhkosti okolí je to 26 %.
- **Bobtnání** nastává za působení
  - Silných alkálií - mercerace, kdy na bavlněná vlákna působí hydroxid sodný.
  - Kapalného čpavku, kdy dochází k porušování H-můstků. Vláknem velmi rychle nabobtná.
  - Schweitzerova činidla, což je hydroxid tetraamoměďnatý – perličkový efekt.
- **Vliv tepla** – bavlněná vlákna se do 120 °C nemění, při 90 °C dochází k částečné depolymeraci, po 5 ti hodinách působení tepla kolem 120 °C začnou žloutnout a při 150 °C vlákna hnědnou. Při 200-280 °C se vlákna začínají dehydratovat, dochází

k dekarboxylaci a poté jsou vlákna zničena. Bavlněné textilie se mohou žehlit při teplotě 150 °C [2][9].

- **Měrná hmotnost** – 1520 kg/m<sup>3</sup>

## 1.5 Dělení bavlny

### Zralá bavlna

Vlákna zralé bavlny mají zřetelně vyvinutou buněčnou stěnu a zřetelný lumen. V průřezu je vlákno oválné, eliptické nebo ve tvaru U. Vlákno může být barvy nažloutlé, bílé, hnědé, šedivé i nazelenalé, některá vlákna nejsou zabarvena stejnoměrně, ale bývají skvrnitá. Lesk zralé bavlny je hedvábný, u hrubé bavlny se lesk neobjevuje. Délka vlákna se pohybuje od 10 do 65 mm v závislosti na typu bavlny. Šířka je kolem 12 - 45 µm.

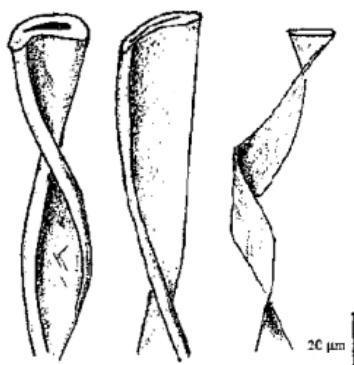
Hrubé bavlny mají tlustou stěnu, jsou kratší a širší, jsou tuhé a křehčí. Na rozdíl od hrubých jsou jemné bavlny měkké, dlouhé, tenčí a mají velké množství zákrutů. Středně hrubá vlákna bavlny jsou snadno ohebná s menším počtem zákrutů.

### Nezralá bavlna

Vlákno nezralé bavlny má tvar stužky, která je mírně stočená. Stěny nezralé bavlny dosahují síly 1 µm a více. Nezralé vlákno se špatně barví přímými barvivy, jelikož je ve šterbinovitém lumenu obsažen protoplasmatický zbytek. Průřez vlákna je spíše ploší.

### Mrtvá bavlna

Mrtvá vlákna získaná při třetí sklizni jsou poškozená větrem, mrazem, ale i škůdci, mají tvar velmi tenké široké stužky a místy jsou přehnuta ostrým ohybem, bez znatelnosti lumenu. Vlákno je téměř průhledné, jelikož jsou k sobě stěny o síle 0,5 µm přilehlé. Mrtvá bavlna se téměř nedá barvit. Tato vlákna se snadno mechanicky poškodí. Ve Schweitzerově činidle, což je tetraaminohydroxid měďnatý, se na mrtvých vláknech, oproti zralému vláknu, perličkový efekt



Obrázek 5 - zleva: zralá, nezralá, mrtvá bavlna [5]

## 1.6 Předúprava bavlny

Před samotnou mercerací je nutné provést některé úkony, aby bylo zajištěno kvalitní prostoupení hydroxidu sodného do tkaniny. Do technologického procesu se řadí:

### 1.6.1 Požehování

Je to proces, při kterém se požehováním – opalováním odstraňují odstávající vlákna, která byla uvolněna při tkaní či pletení. Je nutné dodat takové množství tepla na jednotku plochy materiálu, aby nedošlo k jejímu poškození. Teplo je dodáváno pomocí plamene z plynového hořáku nebo pomocí žhavého kovu, který působí na textilií po určitou dobu. U bavlněného materiálu je to  $180 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ . Požehování se provádí jak z jedné tak i z obou stran. Požehováním bude dosaženo hladkého povrchu, zvýšeného lesku, barva a vzor na tkanině či pletenině tak bude výraznější a materiál se stane přístupnější lázním pro zušlechťování.

### 1.6.2 Odšlichtování

Šlichtu je před další operací nutné odstranit a to v závislosti na typu použité šlichty. **Vypratelná šlichta** (syntetická) se odstraňuje intenzivním praním nejčastěji za varu pomocí pracího zařízení. U šlicht na bázi KMC (karboxymethylcelulózy) a PVA (polyvinylalkoholu) vypírání následuje po předbobtnání, kdy je materiál nejprve napuštěn a odležen. Šlichty na bázi PES (polyesteru) a PVA se odšlichtování provádí tenzidy v kyselém až slabě alkalickém prostředí, šlichty na bázi polyakrylátů se odstraňují v alkalickém prostředí. **Nevypratelná šlichta** s obsahem škrobu může být také v kombinaci s jinými šlichtovacími prostředky. Pro jejich odstranění se používá chemické (oxidační pomocí katalyzátorů) nebo enzymatické odbourání škrobu na látky rozpustné ve vodě a tak vypratelné – nízkomolekulární jako jsou dextriny nebo glukóza.

#### Oxidační odšlichtování

Pro tento způsob se nejčastěji používá peroxid síran  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$  nebo peroxid vodíku  $\text{H}_2\text{O}_2$ , provádí se v alkalickém prostředí a je vhodné pro odstranění kombinovaných šlicht.

#### Enzymatické odšlichtování

Je používanější způsob, pomocí něhož nedochází k poškození materiálu. Amylázy jsou enzymy, které štěpí škroby na nízkomolekulární složky – dextriny, ze kterých dále vznikají

jednoduché snadno vypratelné cukry – sacharidy (maltóza a glukóza).

### 1.6.3 Vyvářka

Tato operace zajistí velmi dobré a stejnoměrné savosti materiálu, které jsou velmi důležité pro následující operace barvení, bělení nebo tisk. Dochází k odstranění nečistot a zbytků šlicht.

Nejpoužívanější je vyvářka alkalická, alkálií je zde hydroxid sodný NaOH, používaný zejména pro velmi znečištěnou bavlnu, nebo uhličitan sodný  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ , používaný pro viskózný materiál nebo jejich kombinace. Do vyvářky se přidává smáčecí, emulgační a speciální vyvářecí textilní pomocné přípravky, látky eliminující vliv vzdušného kyslíku tzv. redukční látky například siřičitan sodný  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , hydrogensiřičitan sodný  $\text{NaHSO}_3$ , dále se přidávají komplexotvorné látky Syntrony, které zamezují tvorbě vyvářkových skvrn. Vyvářka se provádí kontinuálním postupem pařením pomocí různých typů paráků.

Po vyprání následují další předúpravy bavlny, jako je sušení, vlastní mercerace, praní a oplachování, vyvářka, vypírání, odvodňování, sušení [12].

## 2 MERCERACE

Mercerace patří mezi zušlechťovací operace bavlny, která se řadí mezi předúpravy, při merceraci se působí na bavlněnou přízi, pleteninu nebo tkaninu koncentrovaným louhem sodným za současného napínání. Tato operace se provádí po odšlichtování, vyvářce nebo i po bělení, předchází barvení a tisku.

V roce 1844 vypořádal John Mercer, podle něž je pojmenována metoda mercerace, vliv silných alkálií na bavlnu a v roce 1850 dostal na tuto úpravu patent [6][10].

### Mercerace za horka

Teplota lázně se pohybuje okolo 65 °C. Merceraci za horka je dosaženo rychlejšího a rovnoměrnějšího pronikání mercerační lázně do vlákna, doba procesu se zkracuje na 10-20 s, dochází k vyšší účinnosti odmačky, což vede k úspoře NaOH. Zlepšuje se rozměrová stabilita.

### Mercerace za studena

Na mercerovaný materiál působí hydroxid sodný o teplotě 15 – 18 °C, přičemž by teplota neměla přesáhnout 20 °C.

## 2.1 Technologický postup mercerace

Bavlněný materiál se smáčí v koncentrovaném hydroxidu sodném NaOH po dobu 1-2 minuty pro zajištění rovnoměrného prostoupení. Nejpoužívanější koncentrace louhu sodného se pohybuje  $28-30 \pm 2^\circ$  Bé (stupeň Baume = koncentrace NaOH).

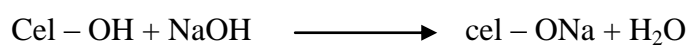
Aby bylo dosaženo co možná největšího lesku, je zapotřebí pracovat s chladnějším roztokem  $10-18^\circ\text{C}$ , teplota by neměla přesáhnout  $20^\circ\text{C}$ . Žádného lesku se nedosáhne při použití koncentrace pod  $25^\circ$  Bé, nad koncentrací  $40^\circ$  Bé roztok hůře prochází materiálem a lesk se nezvyšuje.

Mercerační proces je nutné provést ve velmi krátkém čase, který je možné zkrátit dvěma způsoby:

1. Před mercerací se provede alkalická vyvářka, kterou se urychlí adsorpční schopnost louhu.
2. Mercerace se provádí na rezném materiálu za působení merceračního smáčedla, které zvýší smáčecí schopnost materiálu, zajistí dobré rozpuštění a stálost v louhu sodném a dobrou vypratelnou a sníží pěnovost.

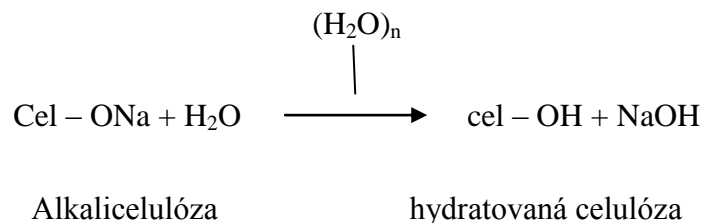
Smáčedla používaná pro merceraci jsou na bázi fenolu, krexolu nebo xylenolu, která vytváří fenoláty v koncentrovaném louhu sodném. Alkylfenoly, halogenfenoly, alkoholsulfáty nebo butylenglykolomonoethylétery, butyldietanolaminy a amidy mastných kyselin jsou taktéž vhodnými smáčedly. Po merceraci následuje vyprání louhu sodného [6]

Bavlněné vlákno se vlivem účinku NaOH smršťuje v délce, což zapříčiňuje srážení příze až o 15 – 25 %, srážení nastává i u hustě dostavené tkaniny v osnově i útku a to o 10 – 20%, přičemž mizí spirálové zákruty. Vlákno bobtná a charakteristický ledvinkový průřez se mění na téměř kruhový, lumen se stává šterbinovitý. Vlivem NaOH vzniká z nativní celulózy alkalixelulóza, přičemž se uvolňuje teplo. Následným vypíráním vodou v napnutém stavu se alkalixelulóza mění na hydratovanou celulózu. [6][10]

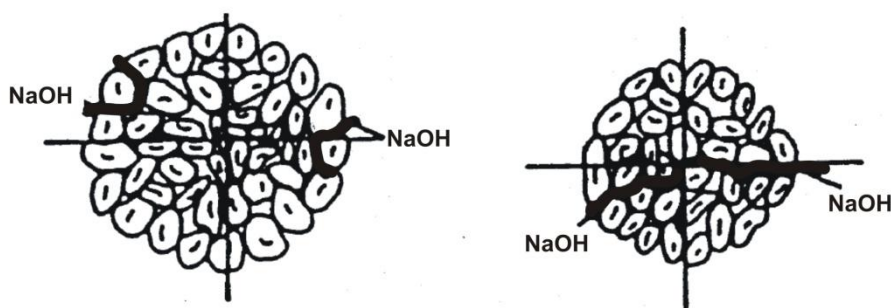


Nativní celulóza

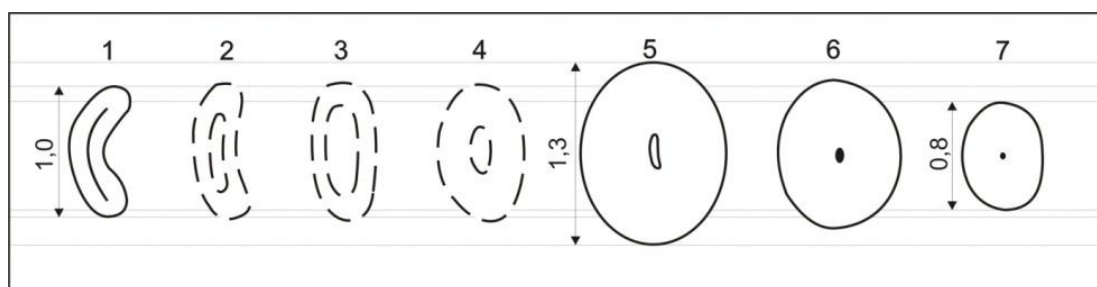
alkalixelulóza



Ani dokonale mercerovaná bavlněná příze či tkanina nemá všechna vlákna bez zákrutů, jelikož roztok NaOH nepronikne v celém rozsahu, působí především v povrchové části mercerovaného materiálu. Dle stanovení poměru vláken se zákrutem a bez zákrutu lze stanovit mercerační stupeň, který určí kvalitu mercerace [6][7].

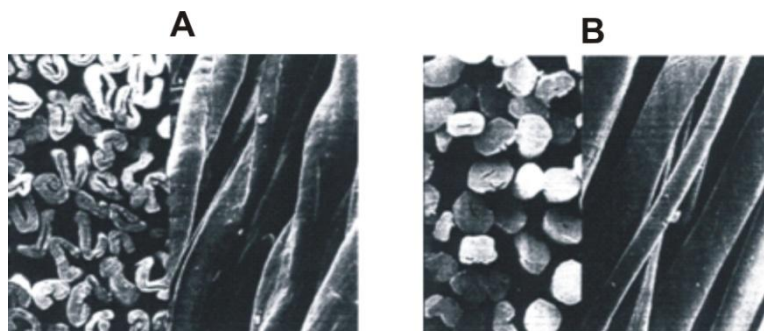


Obrázek 6 - pronikání mercerační lázně do bavlněného vlákna při merceraci zleva za studena, za horka



1-5 bobtnání v NaOH 6-7 kontrakce po sušení

Obrázek 7 - změna průřezu vlákna při merceraci ( $\mu\text{m}$ )[4]



Obrázek 8 - mikroskopické zobrazení bavlny 11nemerované (A) merceované (B)[11]

Hydratovaná celulóza má díky merceraci odlišné vlastnosti od nativní jak po stránce chemicko-kolidní, tak po stránce fyzikální. Hydratovaná celulóza je hygroskopičtější, má více amorfního podílu a mění se krystalická mřížka, což má za následek zvýšení sorpční kapacity – zvýšení afinity k barvivům. Mercerovaná bavlna je citlivější vůči vyšším teplotám. Při merceraci dochází až ke 25ti % srážení, které se vyrovnává napínáním tkaniny či příze [6].

## 2.2 Materiály vhodné pro merceraci

### Mercerace příze

Pro merceraci příze se používají mercerační stolice, které se od sebe odlišují svou konstrukcí a výkonem. Sestávají ze dvou párů kovových válců, které jsou pokryty gumou. Jeden z válců je pevně uložen a druhý unášecí válec se k němu přibližuje, což vede k napínání přaden. Ždímání je provedeno pomocí ždímacího válce, který je přitisknut ke spodnímu válci. Zařízení obsahuje dvě mísy, přičemž jedna obsahuje louh sodný, ve kterém jsou přadena smočena, druhá mísa obsahuje prací vodu, ve které po merceraci probíhá vypírání přaden.

Na výsledek po merceraci má nemalý vliv použitá příze, která by neměla mít velký počet zákrutů, jelikož by nedošlo k důkladnému prostoupení roztoku hydroxidu sodného. Velmi dobrá smáčivost je u příze volně kroucené, nejvyššího lesku je pak dosaženo u skaných přízí. [10].

### Mercerace tkanin

Mercerace se provádí zejména na režné tkanině, která může obsahovat zbytky šlichty a proto mercerační lázeň prochází tkaninou obtížněji než u jednotlivých přízí, což je také dáno

hustým provázáním jednotlivých přízí. Aby bylo dosaženo vysokého lesku, je nutné odstranit odstávající vlákna z tkaniny [10].

Velmi vysokého lesku je dosaženo mercerováním dlouhvláknenné egyptské bavlny, vhodnou bavlnou je též dlouhvláknenná bavlna americká a sovětská. Důležitá není pouze délka vlákna bavlny, ale také její přirozený lesk.

## **2.3 Vlastnosti mercerované bavlny**

**Mezi pozitivní vlastnosti mercerované bavlny patří:**

- Výborné sorpční vlastnosti – mercerovaná bavlna se barví do sytějších odstínů oproti nativní
- Vysoký lesk, který je způsoben plnějším odrazem světla od hladkého povrchu
- Vyšší pevnost v tahu
- Zvýšení afinity k barvivům
- Měkký a plný omak
- Snížení sráživosti
- Odolnost vůči světlu a povětrnostním podmínkám

**Mezi negativní vlastnosti mercerované bavlny patří:**

- Snížení tažnosti
- Snížení pružnosti [5][6][10]

## **2.4 Zařízení pro merceraci**

### **2.4.1 Řetězový mercerační stroj**

Mezi starší zařízení používaná pro merceraci patří řetězový mercerační stroj, který se skládá ze dvou fulárů, z řady prodlévacích bubnů, rozpínacího rámu se záponkovým řetězem a z oblasti, kde je prováděn oplach a neutralizace materiálu.

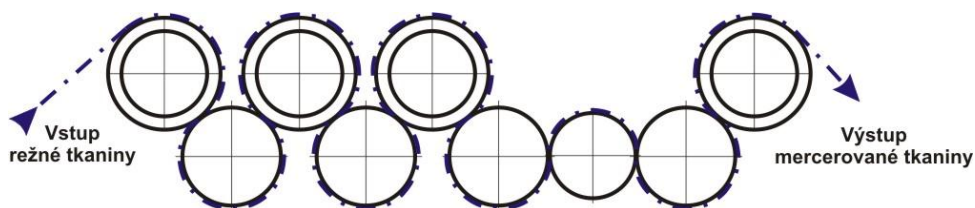
Materiál prochází prvním fulárem, kde je napuštěn roztokem louhu sodného o koncentraci 20-22 °Bé, dochází k odždímání a posunu přes prodlévací bubny, kde roztok



difunduje do bavlněného vlákna, zde dojde k zúžení tkaniny, což je dáno nabobtnáním a smrštěním bavlněného vlákna. Materiál se pohybuje k druhému fuláru, kde je materiál napuštěn roztokem louhu sodného o vyšší koncentraci 32 °Bé. Mezi fuláry dochází k napínání materiálu po osnově, ten pak smrštěný vstupuje do záponkového rozpínacího rámu, kde se napětí zvyšuje až o 5 %, než bude širší hotové tkaniny. Tkanina se z napětí uvolní až po částečném vyprání louhu sodného, jehož koncentrace se snižuje na 10 °Bé. Po procesu následuje důkladný proplach a neutralizace. Mercerace je z tohoto stroje velmi kvalitní, ovšem produktivita je velmi nízká [6].

### 2.4.2 Válcový stroj

Modernějším zařízením pro merceraci je válcový stroj. [Obrázek 9] Tkanina se pomocí progresivních rozpínek rozepne na maximální šíři a je navedena do válců. Tkanina je napnuta po celou dobu průchodu strojem, což zajišťují pogumované válce umístěné v mercerační a výplachové části. Mezi nimi jsou umístěny ždímací válce s hydraulickým přtlakem, které zajišťují důkladné vyždímání materiálu od louhu sodného před vstupem do prací vany. Materiál se tak vlivem vysokého tření nemůže srážet a k protažení vlákna dochází pouze uvnitř struktury vláken. Pro intenzivnější vyprání louhu slouží propařovací a protiproudé vypírání [5][6][10].



Obrázek 9 - princip bezřetězové mercerace tkanin[10]

Popis průchodu materiálu merceračním válcovým strojem používaným v textilní firmě Mileta Černý Důl:

Materiál je odvinut ze zbožívého válu prochází předpírací lázní, po které následuje odmačk pomocí stolice. V této fázi dochází k nastavení napětí, které je regulované pomocí brzd. Předpírací lázeň nemusí být součástí merceračního stroje, zařazení před lázeň NaOH zkracuje výrobní proces. Před vstupem materiálu do lázně louhu sodného je důležité definovat sílu odmačku pro zjištění ulpělé zůstatkové vody z předpírací lázně. Množství zbytkové vody na materiálu ovlivňuje koncentraci louhu sodného v následující lázni. Provozní mercerace

probíhá nejčastěji při koncentraci NaOH 30 °Bé. Materiál prochází lázní louhu sodného vodním kalandrem mezi gumovými válci, které se velmi těsně dotýkají. Spodní válce jsou poháněna pomocí ozubených kol, vrchní válce jsou poháněna přitlakem se spodními válci. Materiál prochází lázní jednou a jeho rychlost je regulována dle mercerovaného materiálu 30-50 m/min. Po naklocování v lázni NaOH prochází materiál do stabilizačního oddělení, ve kterém dochází k napětí. V této fázi dochází ke stabilizaci a vypírání materiálu v lázni NaOH o koncentraci 8 °Bé. Po stabilizaci je materiál vyprán pomocí pracího zařízení, zabalen do nábalu a připraven k další úpravě.



Obrázek 10 - vlevo: vstup materiálu do lázně, vpravo nahoře: průchod materiálu lázní, vpravo dole: nábal materiálu [zdroj vlastní]

### 2.4.3 Mercerační centrifuga

Mercerační centrifuga patří mezi nejmodernější zařízení, které je složeno z mercerační válcové stolice, která má 6 párů válců a zařízení Centrifuga, které má funkci závěrečného odlouhování, neutralizace a vyprání. Zařízení Centrifuga je velmi úsporným řešením pro spotřebu vody i potřebné chemikálie. Rychlost průchodu materiálu je až 60 m/minutu.

Moderní mercerační stroje se vyznačují automatickým nastavením potřebné koncentrace a teploty louhu sodného, obsahují zařízení, kterým lze louh získat zpět [6].

### 3 LOUHOVÁNÍ

Louhování je proces obdobný merceraci, kdy se na bavlněnou přízi, tkaninu či pleteninu působí louhem sodným, ovšem bez napětí materiálu. Roztok louhu sodného pro louhování se pohybuje okolo 35 °Bé, za teploty 25 °C se po dobu 2 minut působí na bavlněný materiál. Procesem louhování se dosáhne pružnějšího, objemnějšího a roztaženějšího materiálu. Zvýší se afinita k barvivům, ale není zde zajištěn lesk oproti mercerovaným materiálům. Louhováním dochází k rozvolnění struktury vláken, čímž se vyrovnají některé chemicko-fyzikální nesrovnalosti, které by při barvení mohly způsobovat pruhovitost materiálu. Louhování se používá pro materiály, kde je potřeba zajistit pružnost, příkladem jsou louhové krepy [6][10].

### 4 METODY TESTOVÁNÍ MERCERACE/LOUHOVÁNÍ

#### 4.1 Metody založené na barvení

##### 4.1.1 Barvení

Barvení je proces, při kterém na sebe působí barvivo a textilie. Textilie tak získává barevný odstín. Barvivo použité pro barvení textilie musí splňovat určitá kritéria, mezi něž patří rychlost a dostatečná fixace na vlákno, barvivo musí intenzivně zabarvovat vlákno, mělo by být požadované stálosti a musí být zdravotně nezávadné. Teplota je velmi důležitým faktorem ovlivňující průběh vybarvení, vyčerpání lázně, probarvení vlákna, rychlost vybarvení a následnou stálost. Přidáním vhodných solí (elektrolytů) jako je chlorid sodný nebo síran sodný – Glauberova sůl dochází k rychlejšímu vytahování barviva [21].

**Substantivita** je schopnost barviva vybarvovat textilní materiál, jehož schopnost barvivo přijímat se nazývá **afinita**. U celulózových vláken dochází při barvení nejprve k pronikání roztoku barviva mikrokapilárními prostory do vláken, kde je barvivo adsorbováno přes mikrofibrily do amorfni části vláken, což je dáno chemickou a fyzikální strukturou, geometrickým tvarem a rozměrem vlákna [10].

#### 4.1.1.1 Barviva používaná pro barvení bavlny

**Přímá barviva** jsou velmi dobře rozpustná a snadno se aplikují, patří mezi levnější barviva a po vybarvení vykazují velmi syté odstíny, ovšem jejich stálosti jsou velmi špatné. Tato barviva jsou proto vhodná pro testování textilií, u kterých není důležitá stálost vybarvení.

**Sírná barviva** vykazují syté odstíny, ovšem barvy jsou kalné. Sírná barviva se řadí mezi levnější a používají se také pro pracovní oděvy, protože jejich stálosti nejsou příliš dobré.

**Kypová barviva** jsou nerozpustná ve vodě. Používají se pro pestře tkaný sortiment, jelikož mají vynikající stálosti. Jejich aplikace není jednoduchá. Cena textilií barvených těmito barvivy je proto vyšší.

**Reaktivní barviva** jsou rozpustná ve vodě, mají vynikající stálosti za mokra a vykazují velmi syté odstíny. Velmi dobře se vytahují a jejich cena je přijatelná. Tato barviva patří mezi neužívanější pro barvení bavlněných textilií.

#### Azová ( naftolová ) barviva

#### 4.1.2 Hodnocení barevnosti materiálu

##### Barvy

- Achromatické - bílá, šedá, černá

Izoenergetická přímka, která je rovnoběžná s osou vlnových délek, charakterizuje spektrální složení achromatických barev. Barvy se od sebe odlišují pouze svou energetickou úrovní.

Ideálně bílý povrch odráží 100 % světla ve všech vlnových délkách, oproti ideálně černému povrchu, který naopak pohlcuje 100 % světla. U neutrálního šedivého povrchu pak dochází k odrazu 50 % světla, opět ve všech vlnových délkách.

- Chromatické barvy

Chromatické barvy se dále dělí na jednoduché a složené. Jednoduché neboli monochromatické barvy jsou vyvolány zářením jedné vlnové délky. Složené jsou charakterizovány zářením přes více vlnových délek. Od achromatických barev se odlišují spektrálním průběhem, který v tomto případě není rovnoběžný s osou vlnových délek, ale tvoří křivku s jedním nebo více vrcholy. Chromatické barvy jsou charakterizovány jasem, čistotou a barevným tónem.

## Absorbance

Absorbance elektromagnetického vlnění ve viditelné části spektra o vlnové délce 400 – 700 nm ovlivňuje barevnost materiálů. Vlnová délka světla udává odstín barvy. Absorbance je bezrozměrná veličina používaná ve fotometrii a spektrofotometrii. Pomocí absorbance lze říci, kolik světla bylo pohlceno měřeným vzorkem. Vzorek, který nepohlte žádné světlo, bude mít nulovou absorbanci. V případě absorbance například rovné 1, prošla materiálem 1/10 světla [18].

## Remisní křivka

Barva může být charakterizována v případě sledování odrazu záření pomocí remisní křivky, která ukazuje závislost odraženého světla na vlnové délce [17]. Čím je materiál světlejší, tím je remise textilie větší. Remise textilního vzorku se zjišťuje v celém rozsahu viditelného spektra 400- 700 nm. Remisní křivka slouží k výpočtu koncentrace barviva na vlákne nebo k výpočtu barvicích receptur. Vztah mezi remisí barevné textilie  $R$  a koncentrací barviva v textilním vlákne  $c_v$  řeší Kubelka-Munkův vztah [6].

$$\frac{K}{S} = \frac{(1 - R)^2}{2R}$$

$R$  .....remisní stupeň textilie při nekonečné tloušťce vrstvy

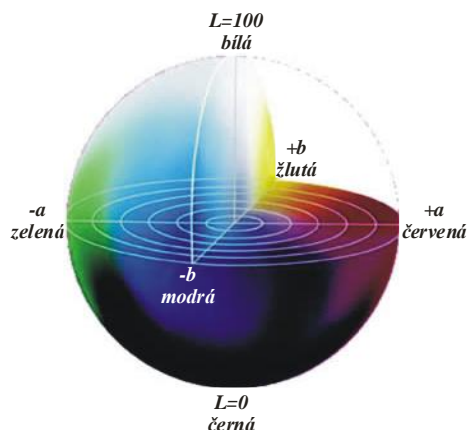
$K$  .....koeficient absorpce světla textilií

$S$  .....koeficient rozptylu světla

**Rovnice 2 - Kubelka - Munkův vztah [6]**

Nejjednodušší specifikace barvy je dána standardem, což může být předloha, standardní řada či atlas barev.

**CIELAB** je systém založený na transformaci Munsellova atlasu



Obrázek 11 - Barevný prostor CIELAB

Celková (totální) barevná difference se vypočítá v prostoru CIELAB dle rovnice:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$\Delta E^*$  ... velikost barevného rozdílu mezi předlohou a vzorkem

$\Delta L^*$  ... jasová odchylka

$\Delta a^*, \Delta b^*$  ... rozdíly pozic

$$\Delta L^* = L^*_{\text{předlohy}} - L^*_{\text{vzorku}}$$

$$\Delta a^* = a^*_{\text{předlohy}} - a^*_{\text{vzorku}}$$

$$\Delta b^* = b^*_{\text{předlohy}} - b^*_{\text{vzorku}}$$

Rovnice 3- celková barevná difference c prostoru CIELAB [17]

## 4.2 Baryové číslo

Pomocí Baryového čísla je možné zjistit do jaké míry je tkanina či příze mercerovaná. U dobře mercerované příze se Baryové číslo pohybuje okolo 150, u tkaniny je to 150-130.

Baryové číslo vyjadřuje poměr mezi množstvím hydroxidu barnatého, který je absorbován zkoušeným vzorkem mercerovaného materiálu k množství hydroxidu barnatého absorbovaného vzorkem stejného materiálu, ovšem bez mercerace. Toto číslo se násobí 100.

Pomocí testu Baryového čísla je možné zjistit stupeň mercerace dle vzorce [12]

$$M = \frac{a - m}{a - p} * 10$$

$a$  .....spotřebované množství 0,1 M-HCl pro titraci nepoužitého roztoku  $Ba(OH)_2$

*m.....spotřebované množství 0,1 M-HCl pro titraci roztoku odebraného Ba(OH)<sub>2</sub> z lázně s mercerovaným vzorkem*

*p.....spotřebované množství 0,1 M-HCl pro titraci roztoku odebraného Ba(OH)<sub>2</sub> z lázně s nemercerovaným vzorkem*

Rovnice 4 - stanovení stupně mercerace pomocí Baryového čísla [12]

### 4.3 Jodová sorpce

Stanovení stupně mercerace metodou jodové sorpce je velmi účinné, jelikož je možné dle této metody zjistit i mercerovanou hustou tkaninu, u které je to pomocí jiných metod velmi sporné. Nemercerovaná bavlna má adsorpční číslo (AČ) 35 až 45, u mercerované bavlny se pak pohybuje v rozmezí 50 až 90. Oproti přízi, naměříme v tkanině hodnoty nižší.

Velikost adsorpčního čísla je závislá na typu bavlny, teplotě sušení a lázni pro vymývání. Je tedy nutné znát tyto postupy, aby bylo zajištěno přesného výsledku. [7]

Velikost adsorpčního čísla se spočítá dle následující rovnice:

$$A\check{C} = \frac{2,3584(a - 1,35 b)F}{0,3}$$

*a.....spotřeba 0,02 n sirnatanu při slepém pokusu (100 ml)*

*b.....spotřeba 0,02 n sirnatanu při vlastním pokusu (75 ml)*

*F .....faktor roztoku sirnatanu[7]*

Rovnice 5 - stanovení adsorpčního čísla pomocí Jodové sorpce [7]

### 4.4 Chloral-hydrát

Pomocí chloral-hydrátu je možné definovat, zda je testované bavlněné vlákno mercerované, či nikoli, na vlákna o délce 2 mm se aplikuje malé množství chloral-hydrátu, nechá se působit 3-5 minut a poté se vlákno zkoumá pomocí mikroskopu. V případě, že dojde k viditelnému nabobtnání vlákna do válečku, pak lze říci, že na vláknu byla provedena mercerace.

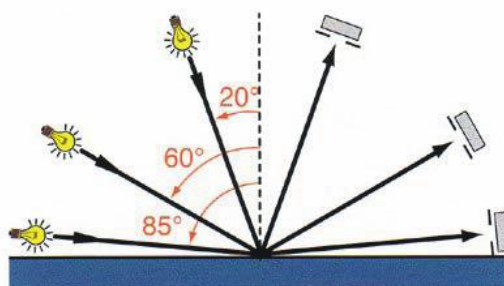
Po prvních zkouškách bylo od metody upuštěno, jelikož je pro její vyhodnocení potřeba velké zkušenosti.



## 4.5 Lesk

Lesk je vlastnost materiálu, kterou je možné definovat jako poměr mezi intenzitou dopadajícího a odraženého záření. U lesklých povrchů se dopadající světlo odráží jedním směrem z povrchu těchto materiálů. Stupeň lesku se vyjadřuje v jednotkách lesku GU a lze ji změřit na základě intenzity odraženého záření podél geometrie, která je nastavována zpravidla na hodnoty 20°, 60°, nebo 85°. Standard černého lesklého materiálu s indexem lomu 1,567 odpovídá hodnotě indexu lomu 100 GU.

Nejčastěji je používána geometrie 60°, toto nastavení vydává hodnoty 10-70 GU. Geometrie 20° se používá v případě, že hodnota GU u geometrie 60° přesahuje hodnotu 70. Geometrie 85° je doporučeno používat v případě matných povrchů, kdy je lesk nižší než 10 GU [14].



Obrázek 12 - geometrie intenzity odraženého záření [14]

## 4.6 Kvantitativní metoda podle Kreise - Poměr mercerovaných vláken

Tato metoda spočívá v počítání počtu vláken pomocí mikroskopu. Dle poměru počtu vláken se zákrutem a bez zákrutu je možné zjistit kvalitu mercerace tzv. mercerační stupeň.

Ze svazku vláken se připraví odstřížky o délce 0,1 – 0,2 mm, které se rozloží do parafinového oleje, glycerinu nebo glycerin želatiny na podložní sklíčko se čtvercovou mřížkou. Počítají se odstřížky se zákrutem a bez, pro objektivní posouzení by se mělo počítat minimálně z 800 odstřížků. Nemercerovaná bavlna by měla obsahovat 9-15 % odstřížků neobsahujících zákrut, oproti mercerované, která obsahuje 60-70 % odstřížků bez zákrutu. V případě, že testujeme bavlněné zboží, pohybuje se poměr nezakroucených odstřížků kolem 30%, v útku bývá nezakroucených ústřížků méně než v osnově.

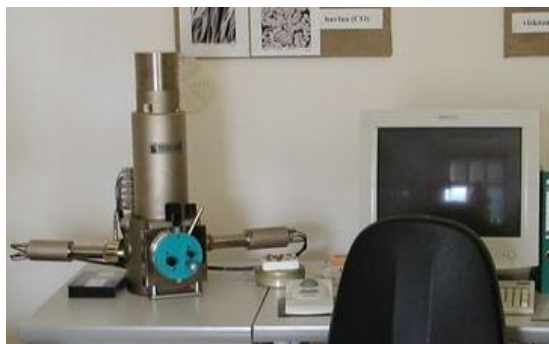
Tato metoda je závislá na kvalitě mercerované bavlny a jejím stupni zralosti [7][8].



## 4.7 Rastrovací elektronová mikroskopie (SEM)

Elektronovým rastrovacím mikroskopem je možné analyzovat povrch a strukturu materiálu. Princip snímání obrazu spočívá v úzkém paprsku elektronů, který zaměřuje každé místo zkoumaného materiálu po řádcích, vzniká tak signál o různých úrovních. Tento signál vytváří výsledný monochromatický obraz. Na textilní materiály je nutné nanést vrstvičku 10 nm iontovým naprašováním stříbra, zlata, chromu nebo uhlíku, aby nedocházelo k nabíjení povrchu materiálu.

Obraz z elektronového rastrovacího mikroskopu může dosahovat až stotisícového zvětšení s rozlišením 1 nm[15][16].



Obrázek 13 - Rastrovací elektronový mikroskop VEGA-TESCAN [20]

## 4.8 Obrazová analýza příčného řezu vlákna

Vlákno je základní stavební jednotkou textilie. U textilních vláken je možné zjišťovat velkou škálu jejich charakteristik, jako je délka, jemnost neboli délková hmotnost v jednotkách  $1 \text{ tex} = 1 \text{ g.km}^{-1}$ , ekvivalentní průměr vlákna, tvar příčného řezu, měrný povrch vlákna, štihost, zobloučkování, pevnost, tažnost a další [13].

### 4.8.1 Parametry příčného řezu vlákna

- **Ekvivalentní průměr vlákna  $d_e$**  se dle interní normy 11-108-01/01 vyjadřuje jako průměr kruhu o ploše, která se rovná ploše příčného řezu vlákna.

Pokud by mělo vlákno kruhový průřez, pak by se jeho plocha vypočítala podle vzorce:

$$S = \frac{\pi d^2}{4} [m^2].$$

Průměr vlákna i pro nekruhové vlákno by se pak vyjádřil dle vzorce:  $d = \sqrt{\frac{4s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4t}{\pi\rho}} [m]$ ,

pro nekruhové vlákno by se ovšem nazýval ekvivalentním průměrem.

- **Tvarový faktor příčného řezu vlákna**

Plocha vlákna  $s$  je uzavřena obvodem  $p$ . V případě, že by bylo vlákno kruhového průřezu, pak by platil vztah  $p/(\pi d)=1$ , v případě, že vlákno nemá kruhový průřez, platí vztah  $p/(\pi d)>1$ . Tvarový faktor průřezu je pak definován dle vztahu  $q=(p/\pi d)-1$ . Tvarový faktor u středně zralé bavlny se pohybuje v rozmezí 0,45 – 0,50.

Obvod kruhového průřezu vlákna lze definovat dle vzorce  $o = \pi d [m]$ . Obvod vlákna nekruhového průřezu pak dle vzorce  $o = \pi d * (1 + q) [m]$

- **Cirkularita** vyjadřuje podíl plochy  $s$  příčného řezu vlákna s obvodem  $p$  k ploše ekvivalentního kruhu  $s_e$  o stejném obvodu. Výpočet cirkularity dle vzorce [13][22][23]:

$$c = \frac{4\pi s}{p^2}$$

## 4.9 Pevnost

Pevnost je charakterizována silou potřebnou k přetržení materiálu, uváděna v Newtonech. Testování pevnosti se provádí v jednom směru a to jak po osnově, tak po útku. Postup testování pevnosti je uveden v normách např. ČSN EN ISO 13934-1 - Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip.

## EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentu bylo zjistit, jaká by mohla být nejjednodušší a nejvhodnější metoda testování kvality mercerace – tkaniny v textilních firmách.

Mezi testovanými materiály byly tkaniny o různých vlastnostech.

### 5 TESTOVANÉ MATERIÁLY

Tabulka 1 - vlastnosti testovaných materiálů

obchodní název	vazba	jemnost příze [tex]		dostava [nití/dm]		plošná hmotnost [g/m <sup>2</sup> ]	použití
		osnovní	útková	osnova	útek		
ROMANA	keprová 2/1	14,5	14,5	500	460	135	sypkovina, oblekovina
DAMAŠEK	žakárová	10	7,4	700	560	120	lůžkoviny
SOLITUDE	atlasová 4/1 - atlas grádl	16,5	16,5	500	375	139	lůžkoviny

Tabulka 2 - vysvětlivky ke značení testovaných materiálů

materiál Romana															
označení	R0	RM1	RM2	RM3	RM4	RM5	RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	RM25	RM30	RL25	RL30
úprava	bez úprav	laboratorní mercerace					laboratorní louhování					provozní mercerace		provozní louhování	
°Bé		8	13	20	25	30	8	13	20	25	30	25	30	25	30

materiál Solitude						materiál Damašek					
označení	S0	SM25	SM30	SL25	SL30	označení	DM0	DM25	DM30	DL25	DL30
úprava	bez úprav	provozní mercerace		provozní louhování		úprava	bez úprav	provozní mercerace		provozní louhování	
°Bé		25	30	25	30	°Bé		25	30	25	30

## 6 PŘÍPRAVA MATERIÁLŮ PRO TESTOVÁNÍ

### 6.1 Laboratorní mercerace

Aby bylo možné vytvořit rozsáhlejší přehled o rozdílech testovaného materiálu, byla nejprve provedena laboratorní mercerace a louhování. Dle technických možností byla laboratorní mercerace a louhování provedena pouze na některých tkaninách. Laboratorní mercerace a louhování bylo provedeno za použití hydroxidu sodného o různých

koncentracích, které byly stanoveny na základě vlastního uvážení. Zvoleny byly koncentrace NaOH 8, 13, 20, 25 a 30 ° Bé.

Laboratorní mercerace byla provedena dle stanoveného receptu.

INVADINE MR (smáčedlo) - produkt firmy Huntsman

Vzorky určené pro provedení laboratorní mercerace byly nastříhány na rozměr 25 x 25 cm. Byl připraven roztok louhu sodného o různých koncentracích 8 ° Bé, 13 ° Bé, 20 ° Bé, 25 ° Bé, 30 ° Bé

Tabulka 3 - hodnoty NaOH - stupně Bé, hustota, %, g/l

°Bé	Hustota [g/cm <sup>3</sup> ]	% NaOH	g/l NaOH
8	1,059	5,11	54,1
13	1,099	8,71	95,7
20	1,161	14,24	165,3
25	1,210	18,71	226,4
30	1,263	23,50	296,8

#### Příprava roztoku hydroxidu sodného:

Příprava na 500 ml destilované vody pro každou lázeň.

Pro každou lázeň bylo do 400 ml vody odváženo 2 g smáčedla a poté dle požadované koncentrace odváženo potřebné množství NaOH. Jednotlivé kádinky s připravenou lázní byly promíchány a zchlazeny studenou vodou, jelikož NaOH reaguje a zahřívá lázeň - čím vyšší množství louhu sodného, tím vyšší teplota lázně. Po navážení jednotlivých komponent bylo doplněno množství vody na 500 ml.

#### Postup laboratorní mercerace:

**Mercerace:** mercerace 5 minut, horké praní, neutralizace INVATEXEM AC (anionaktivní přípravek na bázi speciálních organických kyselin) na pH 6

Jednotlivé vzorky byly zváženy před a po klocování, aby byl zjištěn přívažek (%), viz. (Tabulka 4)

Mezi válci fuláru bylo provedeno 2x naklocování připravenými lázněmi každého vzorku s odmačkem. Po naklocování následovalo napnutí po dobu 5 minut pomocí merceračního rámu o síle 4 KPa po osnově. Vzorek byl poté vyvařen ve vroucí vodě po dobu

1 minuty, následně zchlazen a poté neutralizován několika kapkami INVATEXU AC na hodnotu pH 6. Pro zjištění dostatečné neutralizace vzorku byla provedena zkouška pomocí pH indikátoru, pokud vzorek vykazoval oranžovou barvu v místě kápnutí indikátoru, pak byl vzorek správně a dostatečně neutralizován, v případě, že byl vzorek stále příliš zásaditý, bylo místo kontaktu s indikátorem zbarveno do zelena, v tomto případě bylo nutné provést neutralizaci znovu. Vzorky byly po odmačku na filtračním papíru sušeny v sušičce.

Tabulka 4 - hmotnostní přívažek po naklocování NaOH

Materiál	koncentrace NaOH				
	8° Bé	13° Bé	20 °Bé	25 °Bé	30 °Bé
Romana	59 %	61 %	77 %	78 %	79 %

## 6.2 Laboratorní louhování

Pro zjištění rozdílů u provedených zkoušek na vzorcích laboratorně mercerovaných a laboratorně louhovaných, bylo na některých vzorcích tkaniny provedeno i laboratorní louhování.

**Louhování** dle provozního diskontinuálního louhování na fuláru: 2x klocovat, odležení v nábalu 1 hodinu, horké praní, neutralizace

Lázně byly použity o stejných koncentracích jako pro merceraci. Vzorky byly naklocovány s odmačkem pomocí fuláru a poté byly zabaleny do nábalu po dobu 1 hodiny.

## 7 TESTOVÁNÍ MATERIÁLŮ

Pro porovnání vzorků mercerovaných provozně i laboratorně, louhovaných a nemercerovaných bylo zvoleno několik typů testů. Pro rozsáhlejší porovnání změn vlastností mercerované textilie byly provedeny testy chemické, mechanické i optické.

### 7.1 Příprava materiálů pro testování

Pro správnost výsledků z chemických testů bylo nutné odstranit z testovaných materiálů přítomnou šlichtu.

Přítomnost škrobové šlichty se zjišťuje pomocí jodového roztoku. Na testovaný materiál je nanesen jodový roztok, v případě, že se textilie v místě kontaktu zbarví do modra,

pak je na materiálu přítomna šlichta. Pomocí kyseliny borité se zjišťuje přítomnost polyvinylalkoholové šlichty. Pokud se v místě kontaktu objeví modrý nádech, pak lze říci, že je na textilií šlichta.

Jelikož byla přítomnost šlichty potvrzena, bylo nutné provést odšlichtování.

### **Odšlichtování:**

LR 1:20, 40 minut při 80 °C

### **Chemikálie:**

2 g/l INVAZYME ADC – produkt firmy Huntsman

1 g/l INVADINE DA – produkt firmy Huntsman

Odměřené množství komponent bylo smícháno a doplněno do 50 ml destilovanou vodou a dobře promícháno. Do lázně byly ponořeny vzorky a umístěny do přístroje LABOMAT MATHIS, ve kterém lázeň na vzorky působila 40 minut na 80 °C.

## **7.2 Barvicí testy**

### **7.2.1 Barvicí Red-green test**

Jednou z metod testování mercerované tkaniny je Red green test, který spočívá v barvení testovaného materiálu barevnou lázní, která obsahuje jednotlivé chemikálie. Pomocí této metody lze zjistit, zda se jedná o materiál s úpravou mercerace. Materiál, na němž byla provedena mercerace by měl vykazovat vyšší vytažení lázně, tudíž by měl být sytějšího odstínu, než testovaný materiál stejného typu bez mercerace nebo mercerovaný o nižší koncentraci louhu sodného.

**Stupeň vytažení barviva** je množství barviva, které ulpělo na vlákne po procesu barvení vyjádřené v procentech z celkové navážky barviva před procesem barvení [6].

Barvicí lázeň obsahuje dle stanoveného receptu tyto chemikálie

- **0,72 % Levacel Rot 4 B**
- **2,17 % Solophenyl Green BLE 155%**
- **5 % Chlorid sodný lázeň 1:10**

Z každé tkaniny připravené pro barvicí test byl odvážen 5 g vzorek.

Koncentrace lázně byla 1:40 (pro 5ti gramový vzorek bylo třeba množství 200 ml lázně)

Všechny komponenty byly smíchány a nality do patron spolu se vzorky, které byly umístěny do stroje Labomat Mathis, ve kterém byl proveden proces barvení. Stroj Labomat byl nejprve zahříván na teplotu 100 °C (3 °C/minuta), při této teplotě setrval po dobu 15 minut, následovalo ochlazení na teplotu 70 °C a setrvání při této teplotě po dobu 30 minut. Poté byly vzorky vyjmuty z patron a ochlazeny ve studené vodě po dobu 5 minut, následně propláchnuty v horké vodě po dobu 90 sekund a na závěr proprány ve vroucí vodě po dobu 5 minut. Vzorky byly usušeny v sušičce.

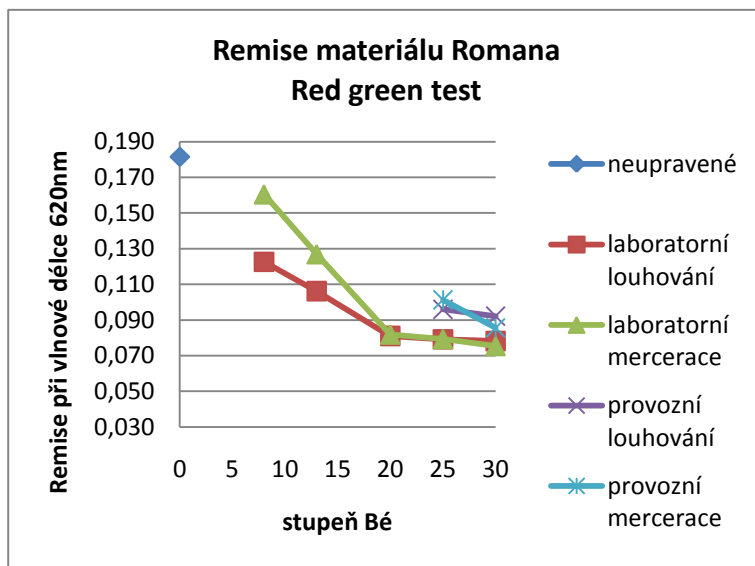
#### 7.2.1.1 Měření sytosti vytažení barviva po testu Red green na materiál pomocí Datacoloru

Měření bylo provedeno na přístroji Datacolor. Nejprve byl změřen materiál nemercerovaný od každého typu materiálu a stanoven jako standard.

- Rozdíly odrazivosti světla u různě upravených materiálů byly zobrazeny pomocí **remise**, která znázorňuje závislost odraženého světla na vlnové délce. Zaznamenány byly hodnoty remise o vlnové délce 620 nm, což je v našem případě remisní minimum tj. absorpční maximum a pro výpočet K/S ideální vlnovou délkou.
- Dle rovnice výše Rovnice 2 - Kubelka - Munkův vztah [6] Rovnice 2) byl vypočítán **Kubelka-Munkův vztah**, který charakterizuje vztah pro popis remise.

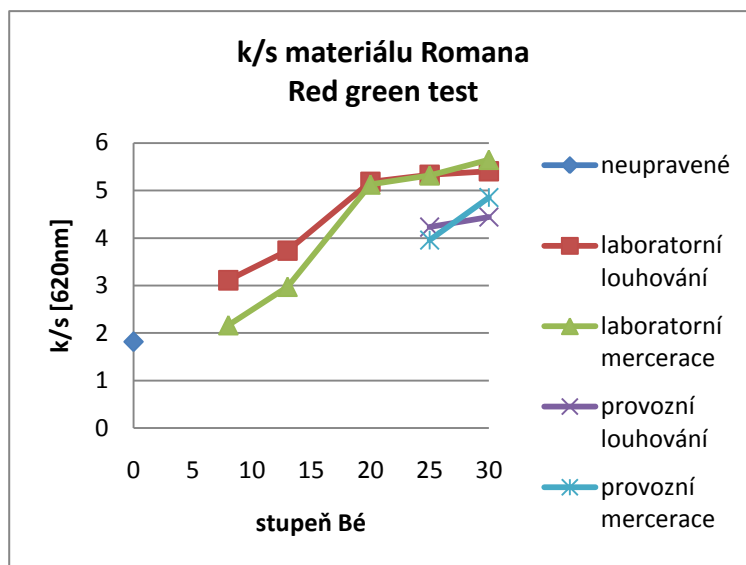
Tabulka 5 - remise a Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana při vlnové délce 620 nm

Remise při vlnové délce 620 nm materiál ROMANA			
označení	°Bé	stupeň remise [%]	Kubelka- Munkův vztah
neupravené			
R0	0	<b>0,181</b>	<b>2</b>
laboratorní louhování			
RL1	8	<b>0,123</b>	<b>3</b>
RL2	13	<b>0,106</b>	<b>4</b>
RL3	20	<b>0,081</b>	<b>5</b>
RL4	25	<b>0,079</b>	<b>5</b>
RL5	30	<b>0,078</b>	<b>5</b>
laboratorní mercerace			
RM1	8	<b>0,161</b>	<b>2</b>



graf 1- remise materiálu Romana

RM2	13	<b>0,127</b>	<b>3</b>
RM3	20	<b>0,082</b>	<b>5</b>
RM4	25	<b>0,079</b>	<b>5</b>
RM5	30	<b>0,075</b>	<b>6</b>
provozní louhování			
RL25P1	25	<b>0,096</b>	<b>4</b>
RL30P1	30	<b>0,092</b>	<b>4</b>
provozní mercerace			
RM25P1	25	<b>0,101</b>	<b>4</b>
RM30P1	30	<b>0,086</b>	<b>5</b>



graf 2 - Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana - Red green test

Dle grafu výše vyplývá, že se zvyšující se koncentrací NaOH se snižuje remise materiálu, z čehož vyplývá, že je materiál tím tmavší, čím vyšší koncentrace NaOH byla na materiál použita při merceraci či louhování. Z grafu vyplývá, že provedením laboratorní úpravy pomocí NaOH na bavlněnou textilií dochází k nižší remisi při vlnové délce 620 nm oproti materiálu upravenému provozní mercerací či louhováním, z čehož plyne, že materiál upravený laboratorní mercerací či mercerací vykazuje tmavší odstín oproti materiálu upraveného provozní mercerací či louhováním.

Tabulka 6 - remise při 620 nm materiálu zleva Solitude, Damašek - Red green test

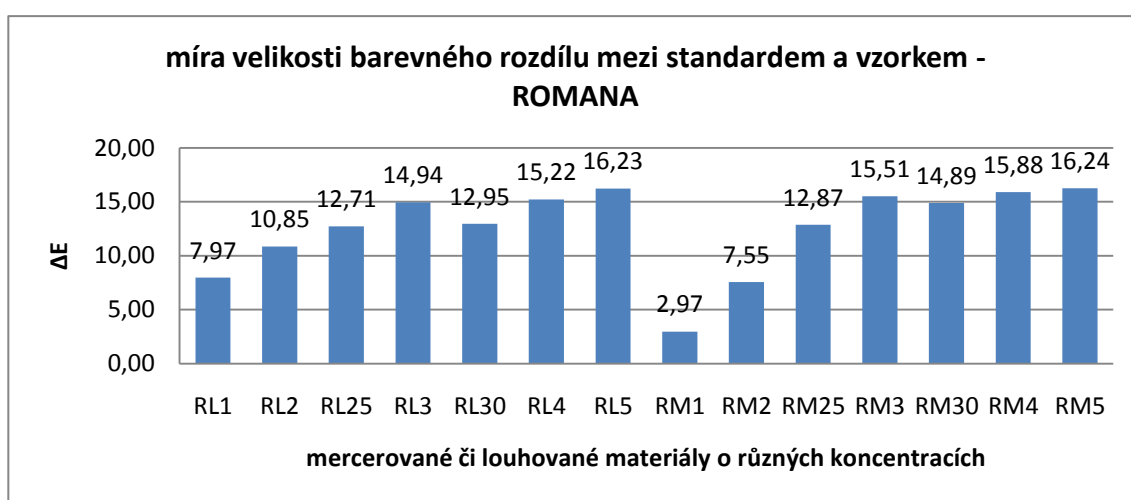
Remise při vlnové délce 620 nm materiál SOLITUDE				Remise při vlnové délce 620 nm materiál DAMAŠEK			
označení	°Bé	stupeň remise [%]	Kubelka- Munkův vztah	označení	°Bé	stupeň remise [%]	Kubelka- Munkův vztah
neupravené				Neupravené			
S0	0	<b>0,1088</b>	<b>3,6493</b>	D0	0	<b>0,1364</b>	<b>2,7334</b>
provozní louhování				provozní louhování			
SL25P1	25	<b>0,0637</b>	<b>6,8827</b>	DL25P1	25	<b>0,0747</b>	<b>5,7272</b>
SL30P1	30	<b>0,0584</b>	<b>7,5947</b>	DL30P1	30	<b>0,0731</b>	<b>5,8764</b>
provozní mercerace				provozní mercerace			
SM25P1	25	<b>0,0647</b>	<b>6,7620</b>	DM25P1	25	<b>0,0946</b>	<b>4,3345</b>
SM30P1	30	<b>0,0613</b>	<b>7,1835</b>	DM30P1	30	<b>0,0768</b>	<b>5,5486</b>

Dle tabulky výše vyplývá, že remise u obou materiálů Solitude i Damašek roste se zvyšující se koncentrací NaOH, což se na materiálu projevuje tmavším odstínem viz. (Příloha 11). V obou případech je remise vyšší v případě provozního louhování oproti provoznímu.



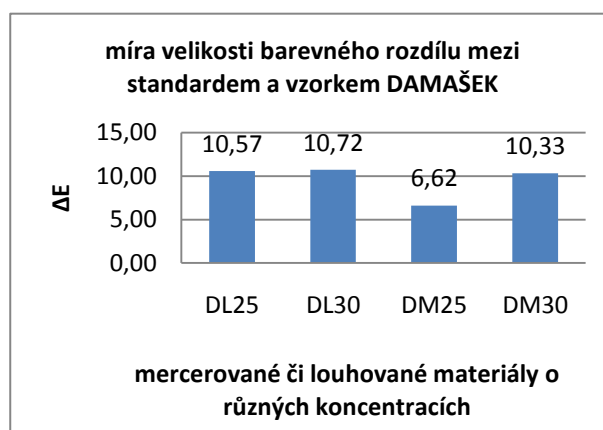
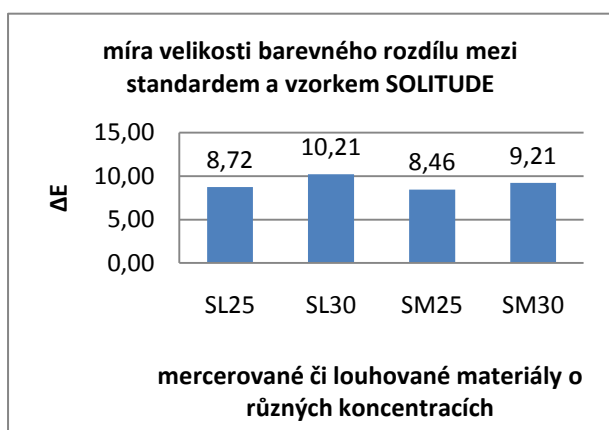
Ze všech výsledků výše vyplývá, že pomocí Red green testu je možné definovat, do jaké míry je materiál upravený mercerací. Čím tmavší vybarvení, tím vyšší koncentrace NaOH byla na materiál použita. Zda se jedná o merceraci, či louhování barvením není patrné.

- **Celková – totální barevná difference odrazivosti světla  $\Delta E$**  vzorku od standardu byla vypočítána dle rovnice viz. (Rovnice 3). Výsledné hodnoty byly zaznamenány do tabulky uvedené v příloze (Příloha 1) - (Tabulka 15), (Tabulka 16), (Tabulka 17) a následně zaznamenány do sloupcových grafů – níže. Jako standard byl zvolen materiál bez úpravy.



graf 3 - Míra velikosti rozdílu barevnosti mezi standardem a vzorkem barveného pomocí Red green testu u materiálu ROMANA

Míra barevného rozdílu je od standardu patrná se zvyšující se koncentrací NaOH použitého při merceraci i louhování. K nejvyššímu barevnému rozdílu od standardu dle tabulky výše došlo u laboratorně mercerovaného materiálu NaOH o koncentraci 30 °Bé. Nejnižší barevný rozdíl je patrný u materiálu laboratorně mercerovaného NaOH o koncentraci 8 °Bé.



graf 4 - míra velikosti barevného rozdílu mezi standardem a vzorkem materiálů zleva Solitude a Damašek

Nejvyšší míra barevného odstínu testovaného materiálu od standardu je u obou materiálů Solitude a Damašek upraveného louhováním o koncentraci 30 °Bé.

Mercerovaný materiál o koncentraci 30 °Bé NaOH vykazoval nejtímavší odstín zelené v porovnání se vzorky s nižším stupněm Bé. Z výsledku vyplývá, že tmavší odstín vykazují po Red green testu materiály, které byly upraveny louhováním, příčinou může být účinnější laboratorní mercerace a louhování oproti provozní, kde může vytažení lázně NaOH snižovat tvrdost válců nebo rychlost klocování. Materiál Romana, u kterého bylo nejprve provedeno jak laboratorní, tak i provozní mercerování a louhování bylo patrné, že došlo k lepšímu vytažení barviva a k tmavšímu odstínu textilie v případě laboratorní úpravy.

### **7.2.2 Barvicí test pomocí barvy Chicagoblau**

Cílem barvicího testu je zjistit absorbanci barviva na vlákna a % vytažení barviva a určit, jaké jsou rozdíly materiálů, na nichž byla provedena laboratorní, provozní mercerace a louhování o různých koncentracích NaOH. Lázeň, ve které je barven mercerovaný materiál o vyšší koncentraci louhu sodného, by měla vykazovat nižší absorbanci než lázeň, kde je barven materiál mercerovaný nižší koncentrací louhu sodného.

Barvivo Chicago blau patří mezi přímá barviva, která jsou velmi vhodná pro testování materiálů, jelikož vykazují velmi dobré vytažení z lázně, proto bylo zvoleno jako vhodné pro testování rozdílu mezi mercerovanými textiliemi různými koncentracemi NaOH.

Z připravených suchých bavlněných textilií, na kterých byla předem provedena laboratorní mercerace a louhování o různých koncentracích byly odváženy vzorky o hmotnosti 0,6 g. Mezi vzorky byly též tkaniny, na kterých nebyla mercerace provedena vůbec a taktéž na kterých byla provedena provozní mercerace i louhování. Tyto textilie byly zvoleny pro porovnání výsledků z barvicího testu.

#### Použité chemikálie:

**1,2 g/l substantivní barvivo – Chicagoblau 6B**

**4,8 g/l  $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$**

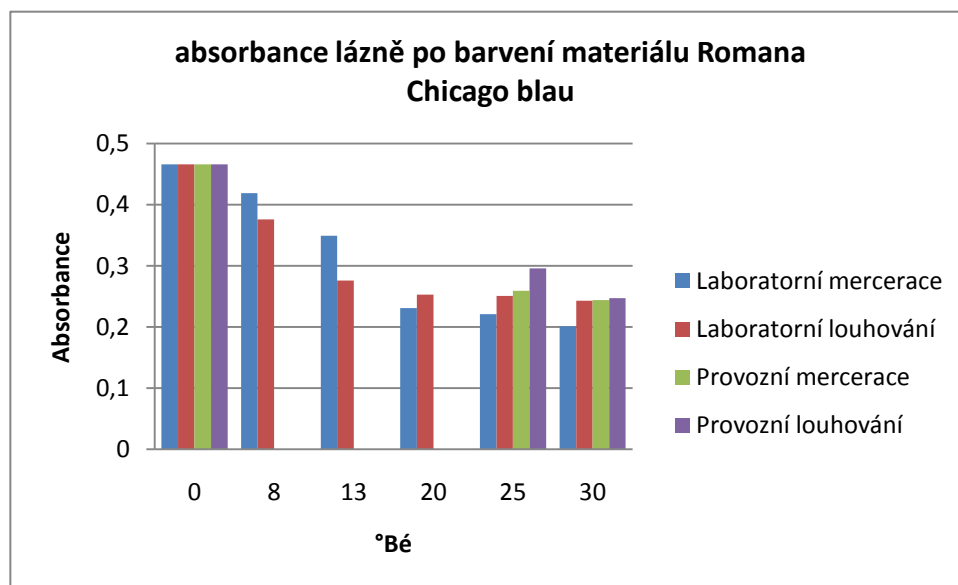
**Délka lázně 1:25**

**Doba barvení 30 minut při teplotě 70 °C**

V závislosti na množství vzorků bylo odměřeno potřebné množství komponent, které byly smíchány s destilovanou vodou na požadované množství. Roztok byl rozdělen do jednotlivých kádinek pro každý vzorek zvlášť. Kádinky s lázní byly nahřívány v destilované vodě na teplotu 70 °C pomocí zahřívacího zařízení. Do lázně požadované teploty byly vloženy vzorky materiálu, barvení probíhalo po dobu 30 minut. Poté byla lázeň přelita do odměrky a jednotlivé vzorky byly vyjmuty, vyždímány a vyprány destilovanou vodou zpět do lázně, do vzniklé lázně byla doplněna destilovaná voda na celkové množství 30 ml a řádně promíchána. Z takto připravené lázně bylo odebráno pomocí pipety 5 ml a toto množství bylo doplněno do 50 ml a opět řádně promícháno. Pomocí přístroje byla z každé takto upravené lázně změřena absorbance.

#### 7.2.2.1 Výsledky měření absorbance a procenta vytažení po barvicím testu pomocí barviva Chicago blau

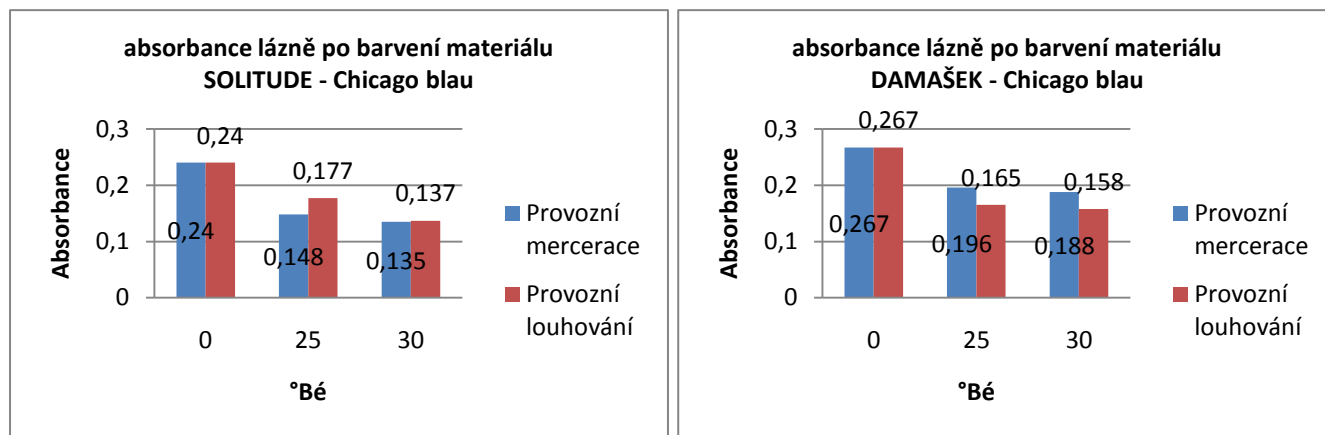
Po barvení materiálů v lázních bylo provedeno měření absorbance lázní a procento vytažení lázně. Absorbanci - koncentrace barviva ve zbylé lázni byla zjištěna spektrofotometrickým proměřením. Do přístroje Spektrofotometr byl vložen vzorek lázně se všemi přísadami mimo barviva tzv. slepý vzorek a vzorek každé lázně po barvení vhodně zředěným. Výsledné hodnoty byly zaznamenány do tabulek, viz. (Příloha 5) a znázorněny pomocí sloupcových grafů níže.



graf 5 - absorbance lázně po barvení materiálu Romana - Chicago blau

Se zvyšující se koncentrací NaOH při merceraci a louhování dochází po barvení materiálů pomocí Chicago blau ke snižující se absorbanci lázně, z čehož plyne, že měřená

lázeň obsahuje menší množství zbylého barviva. Výsledkem je sytější odstín barvy materiálu. Po laboratorní merceraci i louhování došlo po barvení k většímu snížení absorbance lázně než lázeň po barvení materiálů provozně upravených. Z této skutečnosti plyne, že je v tomto případě laboratorní mercerace a louhování účinnější než provozní.



graf 6 - absorbance materiál zleva Solitude, Damašek po barvením - Chicago blau

Čím nižší je absorbance lázně po barvení, tím tmavší odstín materiál po barvící zkoušce má, což se projevilo i u testovaných materiálů Solitude a Damašek viz grafy výše - vzorky obarvených materiálů viz. (Příloha 11).

**Procento vytažení lázně (%E)** představuje vztah mezi relativní koncentrací lázně a lázní původní – výchozí, tedy 100 %. Absorbance lázně zkoumané (částečně vytažené)  $A$  se srovnává s absorbancí lázně původní  $A_0$ . Výsledky jsou přesnější, když se hodnoty absorbance pohybují v oblasti platnosti Lambert-Beerova zákona, který popisuje závislost absorbance světla při průchodu roztokem na koncentraci rozpuštěné barevné sloučeniny v roztoku. Tento zákon lze použít pouze v určitém intervalu absorbancí 0,1 - 0,7 [21].

Hodnoceny lázně byly po vybarvení materiálů porovnány mezi sebou. Výsledné hodnoty včetně výpočtu procenta vytažení (%E) dle vzorce níže byly zaznamenány do tabulek viz. příloha (příloha 5) a poté graficky znázorněny pomocí bodových a sloupcových grafů.

Vzoreček pro procento vytažení:

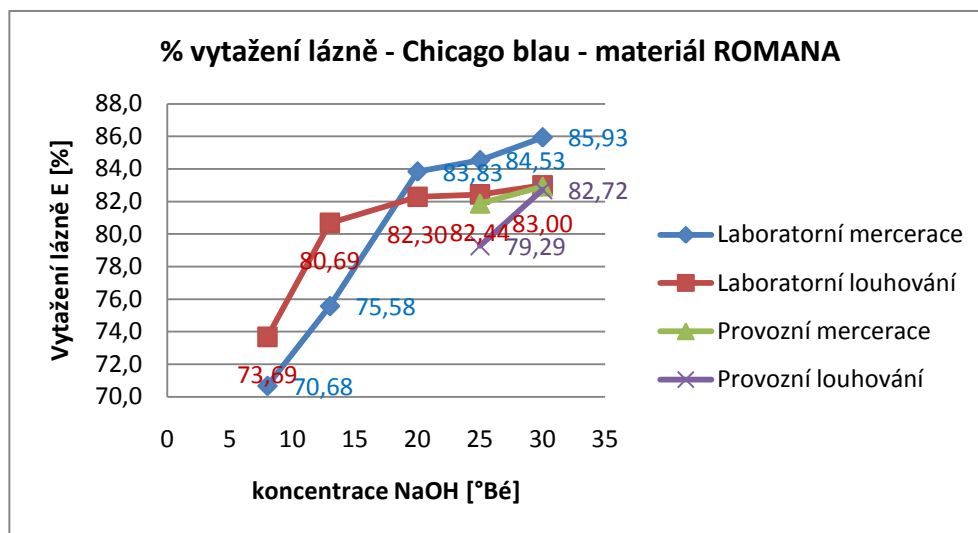
$$\%E = \frac{A_0 - A}{A_0} * 100 [\%]$$

$A_0$  .....absorbance původní lázně

$A$  .....absorbance lázně částečně vytažené

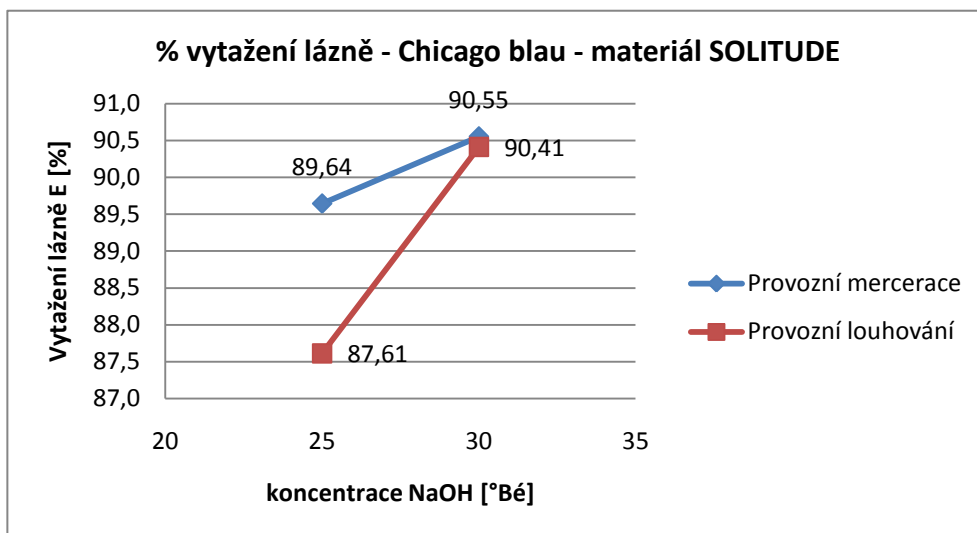
Rovnice 6 - procento vytažení lázně [%] [21]

Absorbance lázně původní  $A_0=1.429$

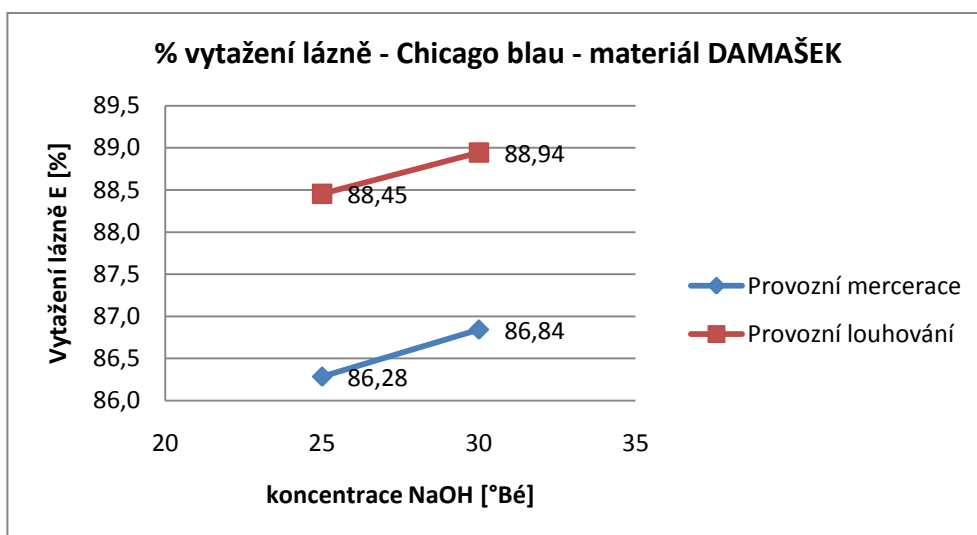


graf 7 - % vytažení lázně - Chicago blau - materiál ROMANA

Nejvyššího vytažení barviva Chicago blau ulpělo na materiálu upraveného laboratorní mercerací o koncentraci 30 °Bé. Vytažení lázně na materiálu se dle grafu výše zvyšuje se zvyšující se koncentrací NaOH při úpravě mercerace i louhování. Laboratorně provedená mercerace vykazuje u materiálu upraveného koncentrací NaOH 30 °Bé vyššího vytažení lázně oproti provozní merceraci téže koncentrace.



graf 8 - % vytažení lázně - Chicago blau - materiál SOLITUDE



graf 9 - % vytažení lázně - Chicago blau - materiál DAMAŠEK

U materiálů Solitude i Damašek bylo % vytažení lázně vyšší se zvyšující se koncentrací NaOH při úpravě mercerace i louhování, což má za následek tmavší odstín po vybarvení viz. (Příloha 11).

### 7.2.3 Barvící test pomocí reaktivního barviva Drimaren brill blue K-BL

Dalším testem bylo zvoleno barvení pomocí reaktivního barviva vykazující vysoké vytažení na materiál. Toto barvivo je jedno z nejpoužívanějších barviv v textilních firmách, jelikož vykazuje velmi dobré stálosti.

Testované vzorky byly ponořeny do připravené barvící lázně a barveny dle předepsaného postupu v zařízení Ahiba. Poté byly vzorky usušeny a bylo provedeno měření sytosti vybarvení pomocí Datacoloru.

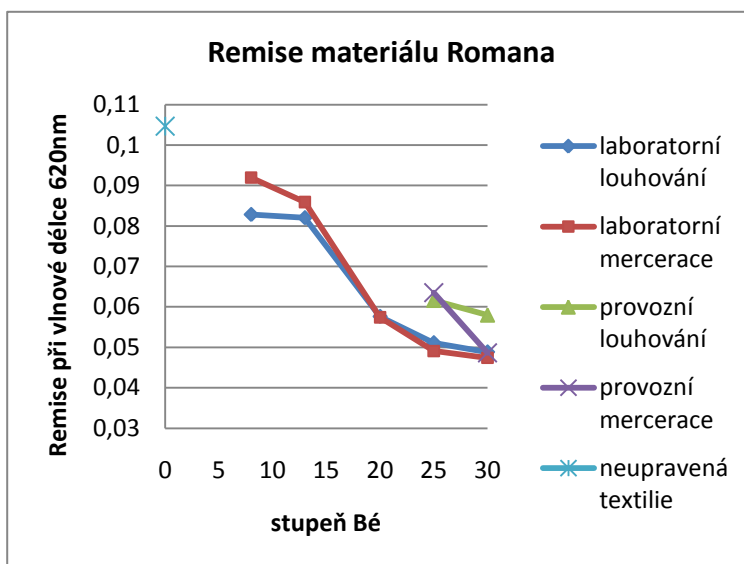
Použité chemikálie:**1,5 % Drimaren Brilliant Blue K-BL****50 g/l chlorid sodný****15 g/l uhličitan sodný****Poměr lázně 1:20****Doba barvení 40 minut při teplotě 40 °C****7.2.3.1 Měření sytosti vytažení reaktivního barviva na materiál pomocí Datacoloru**

Barvené materiály pomocí reaktivního barviva Drimaren Brilliant Blue K-BL byly měřeny na Datacoloru.

- Rozdíly odrazivosti světla u různě upravených materiálů byly zobrazeny pomocí **remise**. Zaznamenány byly hodnoty remise o vlnové délce 620 nm, což je v našem případě remisní minimum tj. absorpční maximum a pro výpočet K/S ideální vlnovou délkou.
- Dle rovnice Rovnice 2 - Kubelka - Munkův vztah [6] Rovnice 2) byl vypočítán **Kubelka-Munkův vztah**.

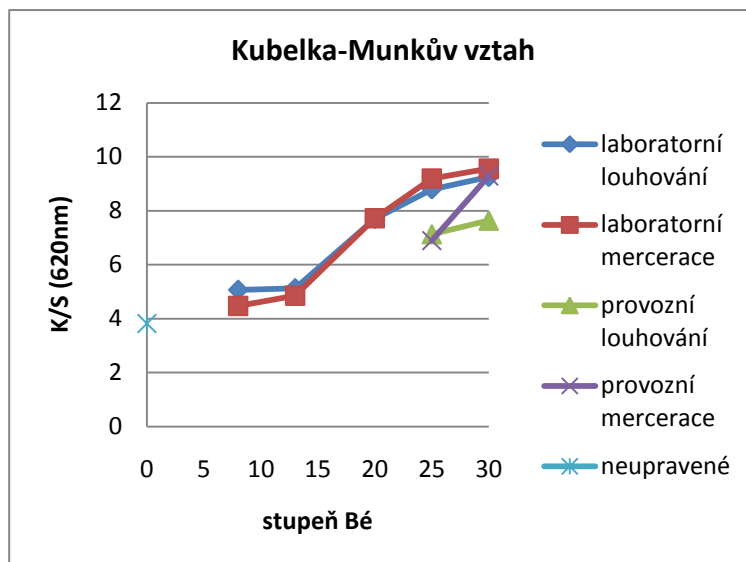
Tabulka 7- remise a Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana po barvení reaktivním barvivem

Remise při vlnové délce 620 nm materiál ROMANA			
označení	°Bé	stupeň remise [%]	Kubelka- Munkův vztah K/S
neupravené			
R0	0	<b>0,105</b>	<b>3,8</b>
laboratorní louhování			
RL1	8	<b>0,083</b>	<b>5,1</b>
RL2	13	<b>0,082</b>	<b>5,1</b>
RL3	20	<b>0,058</b>	<b>7,7</b>
RL4	25	<b>0,051</b>	<b>8,8</b>
RL5	30	<b>0,049</b>	<b>9,3</b>
laboratorní mercerace			
RM1	8	<b>0,092</b>	<b>4,5</b>
RM2	13	<b>0,086</b>	<b>4,9</b>
RM3	20	<b>0,057</b>	<b>7,7</b>
RM4	25	<b>0,049</b>	<b>9,2</b>
RM5	30	<b>0,047</b>	<b>9,6</b>
provozní louhování			



graf 10 - remise materiálu Romana po barvení reaktivním barvivem

RL25P1	25	<b>0,062</b>	<b>7,1</b>
RL30P1	30	<b>0,058</b>	<b>7,7</b>
provozní mercerace			
RM25P1	25	<b>0,064</b>	<b>6,9</b>
RM30P1	30	<b>0,049</b>	<b>9,3</b>



graf 11 - Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana po barvení reaktivním barvivem

U materiálu Romana došlo ke snížení remise po úpravě laboratorní mercerace a louhování se zvyšující se koncentrací NaOH. Nejnižší remise, tj. nejtmavšího odstínu je dosaženo u materiálu laboratorně mercerováno NaOH o koncentraci 30 °Bé.

Tabulka 8 – remise materiálu zleva Solitude, Damašek po barvení reaktivním barvivem

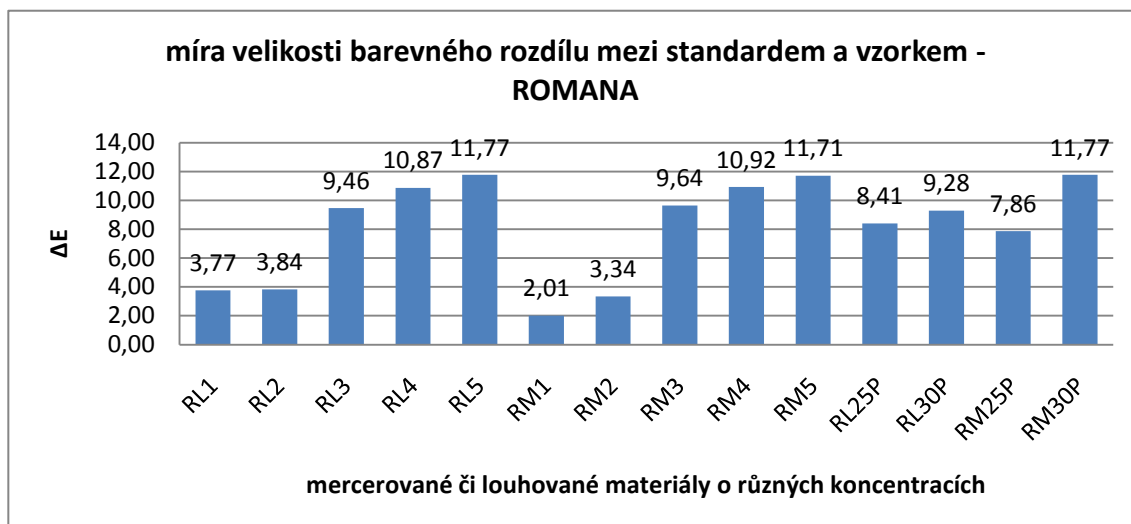
Remise při vlnové délce 620 nm materiál SOLITUDE			
označení	°Bé	stupeň remise [%]	Kubelka- Munkův vztah K/S
neupravené			
S0	0	<b>0,1099</b>	<b>3,6037</b>
provozní louhování			
SL25P1	25	<b>0,0578</b>	<b>7,6802</b>
SL30P1	30	<b>0,0508</b>	<b>8,8757</b>
provozní mercerace			
SM25P1	25	<b>0,0639</b>	<b>6,8574</b>
SM30P1	30	<b>0,0471</b>	<b>9,6357</b>

Remise při vlnové délce 620 nm materiál DAMAŠEK			
označení	°Bé	stupeň remise [%]	Kubelka- Munkův vztah K/S
neupravené			
D0	0	<b>0,1169</b>	<b>3,3360</b>
provozní louhování			
DL25P1	25	<b>0,0641</b>	<b>6,8324</b>
DL30P1	30	<b>0,0615</b>	<b>7,1608</b>
provozní mercerace			
DM25P1	25	<b>0,0749</b>	<b>5,7092</b>
DM30P1	30	<b>0,0666</b>	<b>6,5381</b>

U materiálů Solitude je nejvyšší hodnota dle Kubelko-Munkova vztahu u materiálu provozně mercerovaného, u materiálu Damašek je nejvyšší hodnota dle Kubelko-Munkova vztahu u materiálů louhovaného NaOH o koncentraci 30 °Bé, což se vyznačuje nejtmavším odstínem vybarvení materiálu. Ukázka vzorků (Příloha 11).

- **Celková – totální barevná difference odrazivosti světla  $\Delta E$**  vzorku od standardu byla vypočítána dle (Rovnice 3). Výsledné hodnoty byly zaznamenány do tabulky uvedené v příloze a následně zaznamenány do sloupcových grafů – níže. Jako standard byl zvolen materiál bez úpravy.

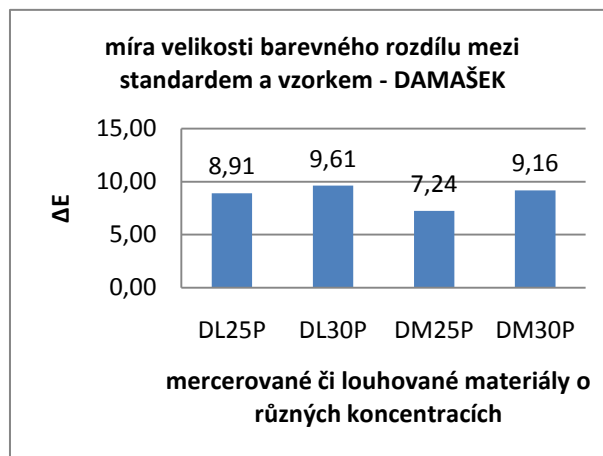
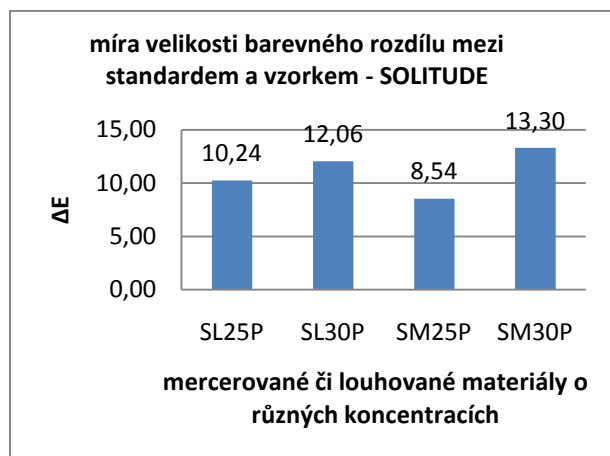




graf 12 - míra velikosti barevného rozdílu mezi standardem a vzorkem – Romana

Míra velikosti barevného rozdílu mezi zkoušeným vzorkem a standardem, kterým je v tomto případě materiál bez úpravy je největší u materiálů laboratorně louhovaného a provozně mercerovaného o koncentraci 30 °Bé. Jedná se o nejtmavší materiály po barvení.

Dle grafů níže je patrné, že k nejvyšší míře barevného rozdílu došlo u materiálu mercerovaného NaOH o koncentraci 30 °Bé v případě materiálu Solitude. Materiál Damašek měl nejvyšší míru barevné difference u materiálu louhovaného.



graf 13 - míra velikosti barevného rozdílu mezi standardem a vzorkem materiálů zleva Solitude, Damašek

### 7.3 Baryové číslo

Test pomocí baryového čísla byl proveden na tkaninách neupravených, mercerovaných i louhovaných jak provozně, tak laboratorně. Díky této metodě lze stanovit stupeň mercerace. U dobře mercerované tkaniny se Baryové číslo pohybuje okolo 140.

Baryové číslo vyjadřuje poměr mezi množstvím hydroxidu barnatého, který je absorbován zkoušeným vzorkem mercerovaného materiálu k množství hydroxidu barnatého absorbovaného vzorkem stejného materiálu, ovšem bez mercerace. Toto číslo se násobí 100.

Testované 2 gramové vzorky se povaří v lázni 100 ml složené z mýdla (5 g/l) a sody  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (3 g/l) po dobu 15 minut, poté se oplachují v destilované vodě a suší při teplotě  $105^\circ\text{C}$ . Po vysušení se vzorky protřepávají s 30 ml  $\text{M-Ba(OH)}_2$  v uzavřené Erlenmayerové baňce každý zvlášť, poté se z baňky odebere 10 ml roztoku a provede se titrování s 0,1 M-HCl na fenolftalein. Titrování 0,1 M-HCl na fenolftalein se provede zároveň na nepoužitém roztoku 0,25 M- $\text{Ba(OH)}_2$ . Pomocí testu Baryového čísla je možné zjistit stupeň mercerace dle vzorce (Rovnice 4)

Materiál Damašek vykazuje velmi kvalitní úpravu mercerace i louhování, jelikož, jak je z tabulky níže patrné, hodnoty Baryového čísla se pohybují okolo 140. S rostoucí koncentrací NaOH roste i velikost Baryového čísla. Louhovaný materiál vykazuje lepší výsledky než materiál mercerovaný.

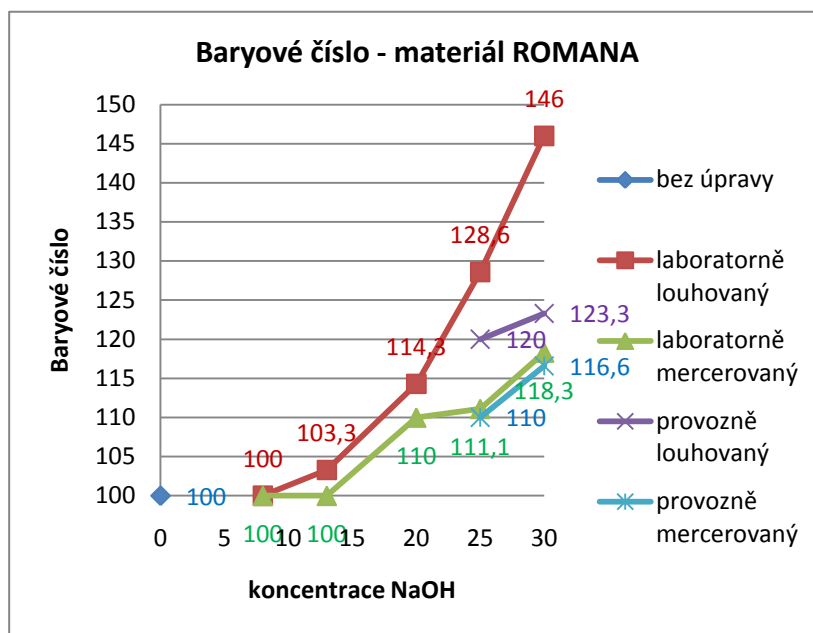
Materiál Solitude dle tabulky níže vpravo vykazuje horší stupeň mercerace, jelikož se hodnoty Baryového čísla pohybují pod 120. S rostoucí koncentrací NaOH roste i Baryové číslo. Louhovaný materiál vykazuje vyšší hodnotu Baryového čísla než materiál s úpravou mercerace.

Tabulka 9 - výsledné hodnoty Baryového čísla pro materiály Damašek a Solitude

Baryové číslo - materiál DAMAŠEK			Baryové číslo - materiál SOLITUDE		
označení	°Bé	Baryové číslo	označení	°Bé	Baryové číslo
bez úpravy			bez úpravy		
D0	0	100	D0	0	100
provozně louhovaný			provozně louhovaný		
DL25P	25	140,3	DL25P	25	115
DL30P	30	141,9	DL30P	30	117,5
provozně mercerovaný			provozně mercerovaný		
DM25P	25	132,2	DM25P	25	102,5
DM30P	30	135,5	DM30P	30	112,5

Tabulka 10 - hodnoty Baryového čísla materiálu Romana

Baryové číslo - materiál ROMANA		
označení	°Bé	Baryové číslo
bez úpravy		
R0	0	100
laboratorně louhovaný		
RL1	8	100
RL2	13	103,3
RL3	20	114,3
RL4	25	128,6
RL5	30	146
laboratorně mercerovaný		
RM1	8	100
RM2	13	100
RM3	20	110
RM4	25	111,1
RM5	30	118,3
provozně louhovaný		
RL25P1	25	120
RL30P1	30	123,3
provozně mercerovaný		
RM25P1	25	110
RM30P1	30	116,6



graf 14- hodnoty Baryového čísla materiálu Romana

Materiál Romana vykazuje dle grafu velmi dobře provedenou úpravu laboratorního louhování o koncentraci NaOH 30 °Bé, jelikož se Baryové číslo pohybuje okolo 140. Provozní úpravy vykazují horší úpravu mercerace i louhování, jelikož se hodnoty Baryového čísla pohybují pouze kolem 120.

Metoda testování mercerace pomocí Baryového čísla je velmi vypovídající, jelikož je jasně patrné, do jaké míry je mercerace kvalitní. Čím vyšší Baryové číslo, pohybující se kolem hodnoty 140, tím kvalitnější mercerace na materiálu je.

## 7.4 Dostava

Dostava tkanin byla zjištěna pomocí zařízení pro stanovení dostavy - textilní lupy dle normy ČSN EN 1049-2 - Textilie. Tkaniny. Konstrukce. Metody analýzy. Část 2: Stanovení dostavy.

Bylo provedeno 5 měření pro každou textilií pro osnovu i pro útek, z těchto hodnot byl spočítán aritmetický průměr, který byl zaznamenán do tabulek níže.

Vypočítána byla dostava pro osnovní nitě a útkové nitě na 1 cm, součtem těchto hodnot byla spočítána dostava na 1 cm<sup>2</sup>.

Tyto údaje slouží pro porovnání jednotlivých textilií. Rozdíly dostavy jsou patrné pouze mezi neupravenými tkaninami oproti upraveným pomocí NaOH.

Tabulka 11- dostavy materiálů zleva Romana, Solitude, Damašek

dostava materiálu ROMANA				dostava materiálu SOLITUDE				dostava materiálu DAMAŠEK			
	osnova [cm]	útek [cm]	dostava [cm <sup>2</sup> ]		osnova [cm]	útek [cm]	dostava [cm <sup>2</sup> ]		osnova [cm]	útek [cm]	dostava [cm <sup>2</sup> ]
<b>R0</b>	63	46	109	<b>S0</b>	51	37	88	<b>D0</b>	69	56	125
<b>RM25</b>	65	47	112	<b>SM25</b>	49	37	86	<b>DM25</b>	72	56	128
<b>RM30</b>	66	47	113	<b>SM30</b>	48	37	85	<b>DM30</b>	72	56	128
<b>RL25</b>	65	47	112	<b>SL25</b>	49	38	87	<b>DL25</b>	72	57	129
<b>RL30</b>	65	47	112	<b>SL30</b>	49	38	87	<b>DL30</b>	72	56	128

## 7.5 Rozměrová stabilita

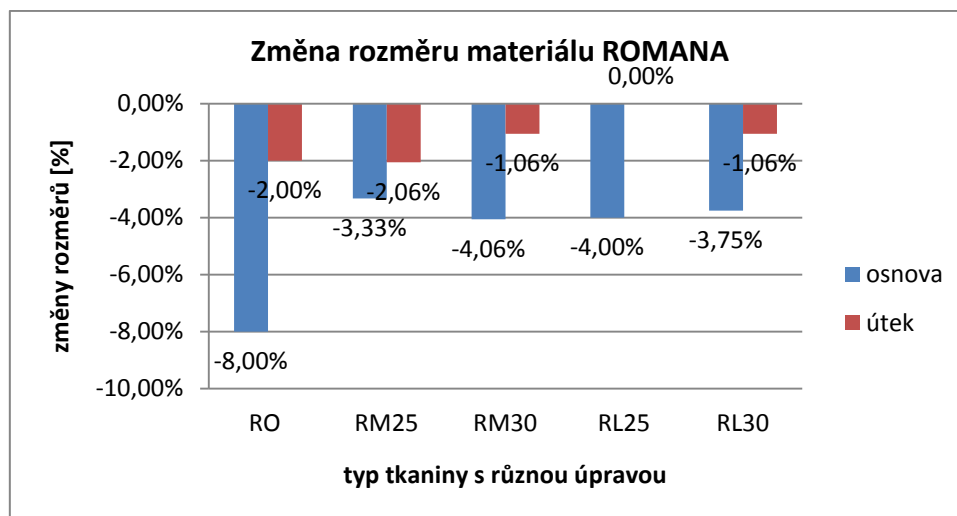
Po působení louhu sodného na textilií dochází ke změně rozměrů textilie. Abychom mohli stanovit, jak se změnily rozměry textilií po úpravě mercerace či louhování, bylo provedeno měření na textilií nemercerované a textilií upravené mercerací či louhováním.

Klimatizované vzorky byly rozloženy na rovnou plochu. Na každý vzorek byl nakreslen čtverec o rozměru 50 x 50cm min. 10 cm od krajů textilie a poté vyprán. Dle normy ČSN EN ISO 6330 Postupy domácího praní a sušení pro zkoušení textilií bylo provedeno praní materiálů při teplotě 60 °C.

Po vyprání bylo dle normy ČSN EN ISO 5077 - Textilie - Zjišťování změn rozměrů po praní a sušení, provedeno měření od kraje nakresleného čtverce na protější kraj. Údaje byly zaznamenány. Měřena byla jak délka – po osnově, tak šířka - po útku vzorku. Výsledné hodnoty byly vypočítány dle vzorce  $\frac{x_t - x_0}{x_0} * 100$ , kde  $x_0$  je výchozí rozměr a  $x_t$  je rozměr změřený po zpracování a zapsány v % [24].

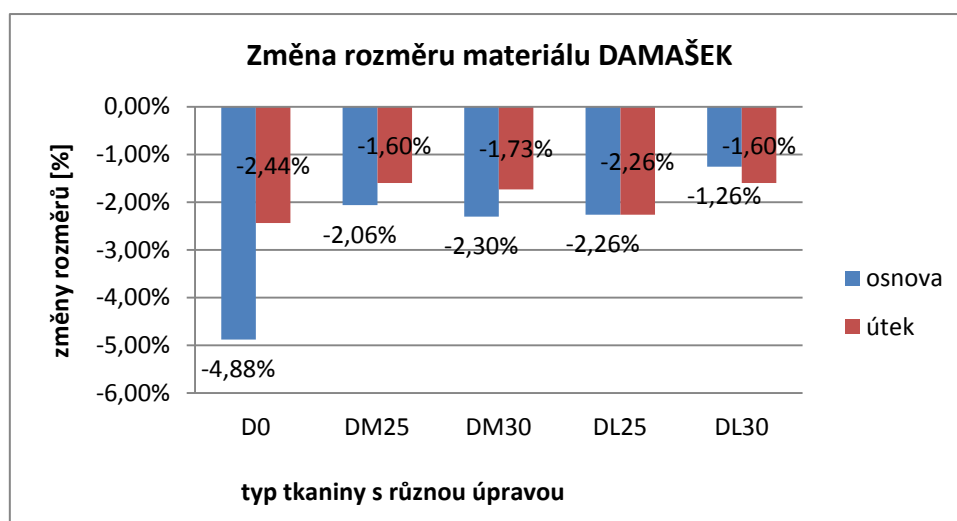
Měřeny byly vzorky neupravené a mercerované či louhované provozně.

### 7.5.1 Výsledné hodnoty změny rozměrů v %



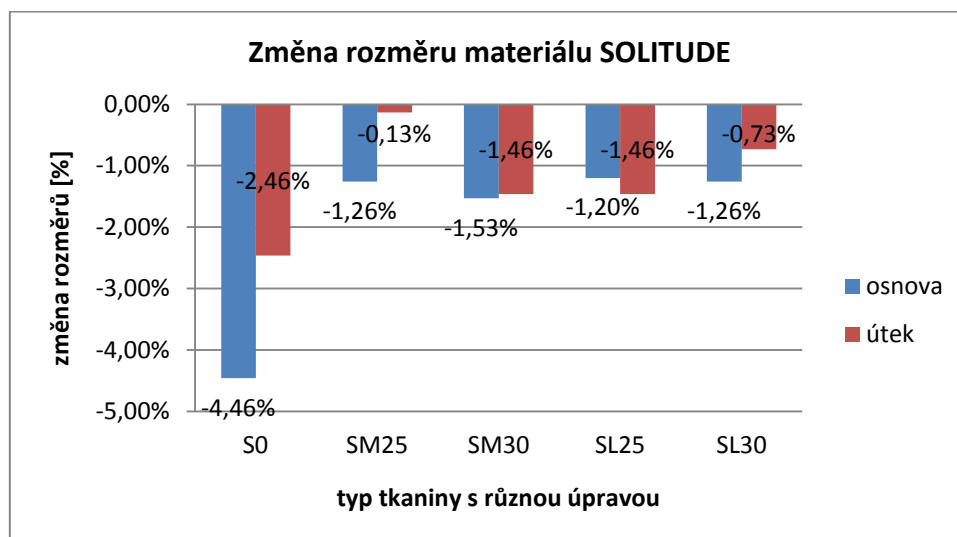
graf 15 – změna rozměrů materiálu Romana

Z grafu výše vyplývá, že dochází k nejmenšímu srážení o 3,33 % tkaniny Romana ve směru osnova po provozní merceraci o koncentraci louhu sodného 25 °Bé. K žádné tvarové změně nedošlo ve směru útku po louhování o koncentraci louhu sodného 25 °Bé. Jelikož je materiál při provozní merceraci napínán pouze po osnově, dochází k výraznému snížení sráživosti tkaniny po této úpravě právě ve směru osnova.



graf 16 – změna rozměrů materiálu Damašek

Materiál tkaný žakárovou technikou vykazoval po louhování o koncentraci NaOH 30 °Bé nejmenší změnu rozměrů, sráživost byla pouhých 1,26 %, což je oproti hodnotě neupravené tkaniny 4,88 % znatelný rozdíl.



graf 17 – změna rozměrů materiálu Solitude

Materiál Solitude tkaný v keprové vazbě nevykazoval výrazné tvarové změny po osnově po působení NaOH o koncentraci 25 i 30 °Bé. Materiál nemercovaný se srazil o 4,46 % po osnově, po merceraci či louhování došlo ke sražení pouze o cca 1,5 %.

## 7.6 Měrná hmotnost

Měrná hmotnost byla měřena dle normy ČSN EN 12127 Textilie - Plošné textilie – Zjišťování plošné hmotnosti pomocí malých vzorků.

Z materiálu byl pomocí řezacího zařízení vyříznut kruh o ploše 100 cm<sup>2</sup>, který byl následně zvážen. Výsledné hodnoty byly zaznamenány do tabulek níže.

Tabulka 12- měrné hmotnosti materiálů [g/m<sup>2</sup>]

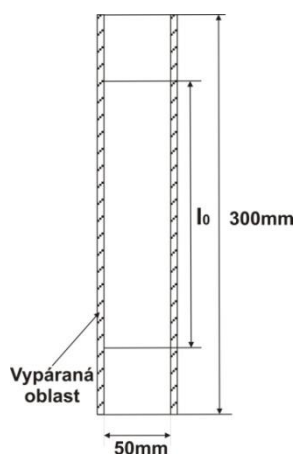
měrná hmotnost materiálu ROMANA [g/m <sup>2</sup> ]		měrná hmotnost materiálu DAMAŠEK [g/m <sup>2</sup> ]		měrná hmotnost materiálu SOLITUDE [g/m <sup>2</sup> ]	
RO	143	D0	115	S0	135
RM25	150	DM25	120	SM25	138
RM30	150	DM30	119	SM30	140
RL25	149	DL25	120	SL25	141
RL30	149	DL30	120	SL30	140

Ze všech tabulek výše je patrné, že se vlivem působení NaOH zvýšila měrná hmotnost u všech materiálů.

## 7.7 Pevnost

Dle odborných literatur by se měla pevnost u mercerovaných textilií zvýšit. Abychom mohli tuto teorii potvrdit, bylo provedeno měření pevnosti na materiálech, které byly neupravené mercerací, provozně mercerované i louhované.

Pevnost byla měřena dle české normy ČSN EN ISO 13934-1 - Textilie – Tahové vlastnosti plošných textilií – Část 1: Zjišťování maximální síly a tažnosti při maximální síle pomocí metody Strip.



Vzorky byly z plošné textilie odstřiženy po niti o rozměru 300 x 60 mm a poté vypárány na rozměr 50 mm. Upínací délka byla 200 mm [19].

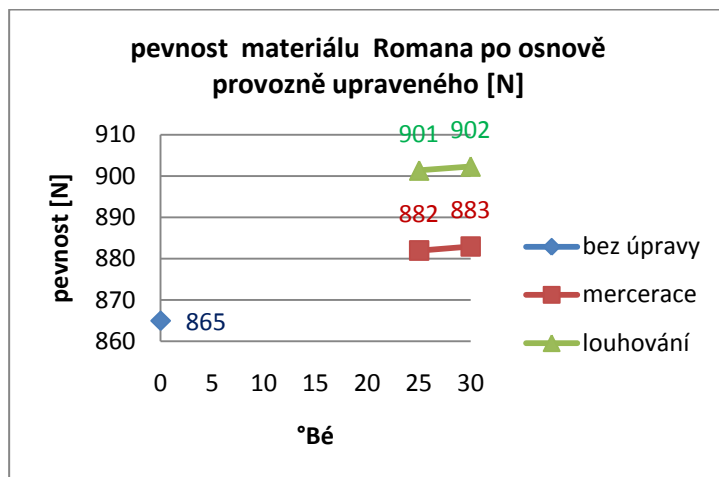
Klimatizovaný (20 °C, 65 % vlhkost) zkušební vzorek o stanovených rozměrech byl upnut mezi čelisti trhačího stroje. Zaznamenána byla maximální síla do přetrhu v Newtonech. Provedeno bylo napínání všech vzorků jak v podélném tak v příčném směru. Po naměřených hodnotách byl spočítán aritmetický průměr, směrodatná odchylka a

Obrázek 14 - tvar vzorku tkaniny pro zkoušení pevnosti [19]

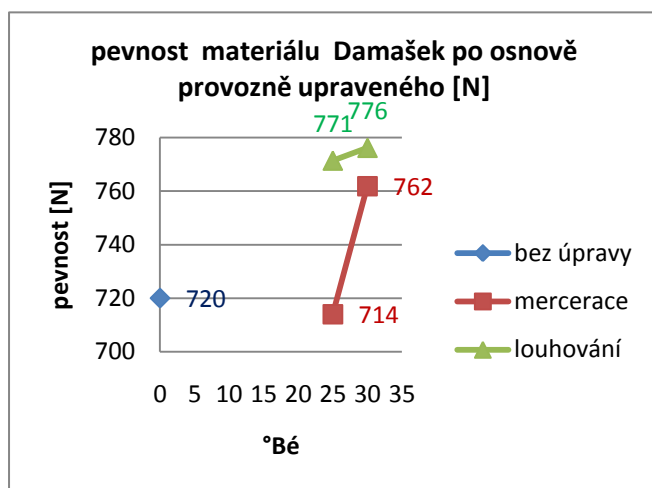
95 % interval spolehlivosti.

### 7.7.1 Výsledné hodnoty pevnosti měřených materiálů

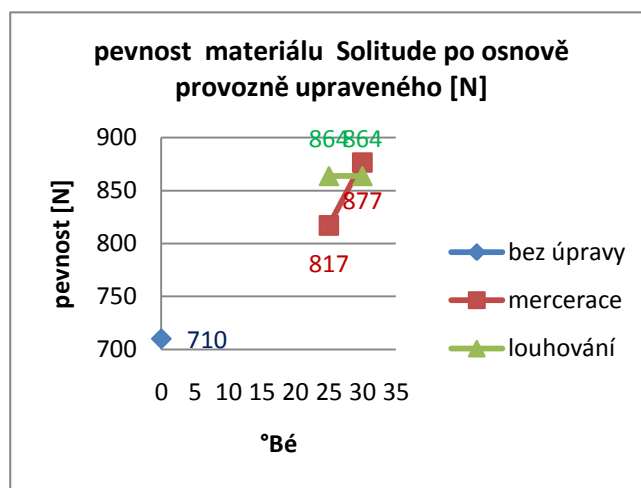
Z naměřených hodnot byl spočítán průměr, směrodatná odchylka, 95 % interval spolehlivosti, který charakterizuje intervaly, v kterých se nachází hledaná charakteristika s pravděpodobností intervalu  $1-\alpha$ , přičemž  $\alpha$  představuje hladinu významnosti, nejčastěji 0,05. Výsledky jsou znázorněny v tabulkách viz. (Příloha 7). Pro porovnání pevnosti jednotlivých materiálů byly hodnoty přepočítány na stejný počet vláken a zaznamenány do tabulky viz. (Tabulka 33) Pro přehlednost byly výsledné hodnoty představeny pomocí bodových grafů.



graf 18- pevnost materiálu Romana po osnově



graf 19 - pevnost materiálu Damašek po osnově



graf 20 - pevnost materiálu Solitude po osnově

Jelikož bylo napětí při merceraci provedeno pouze ve směru osnovy, byly grafy vytvořeny pouze pro hodnoty pevnosti po osnově. U všech testovaných materiálů došlo po úpravě mercerací i louhováním ke zvýšení pevnosti v osnově. Z grafů je patrné, že došlo k vyššímu zvýšení pevnosti po úpravě louhování než po merceraci. U materiálu Solitude je nejvyšší pevnost po provozní merceraci NaOH o koncentraci 30 °Bé.

Pro přehlednost byl spočítán a do tabulky (Tabulka 33) v příloze zaznamenán rozdíl pevností materiálů po úpravě s pevností materiálu bez úpravy [%].

## 7.8 Lesk

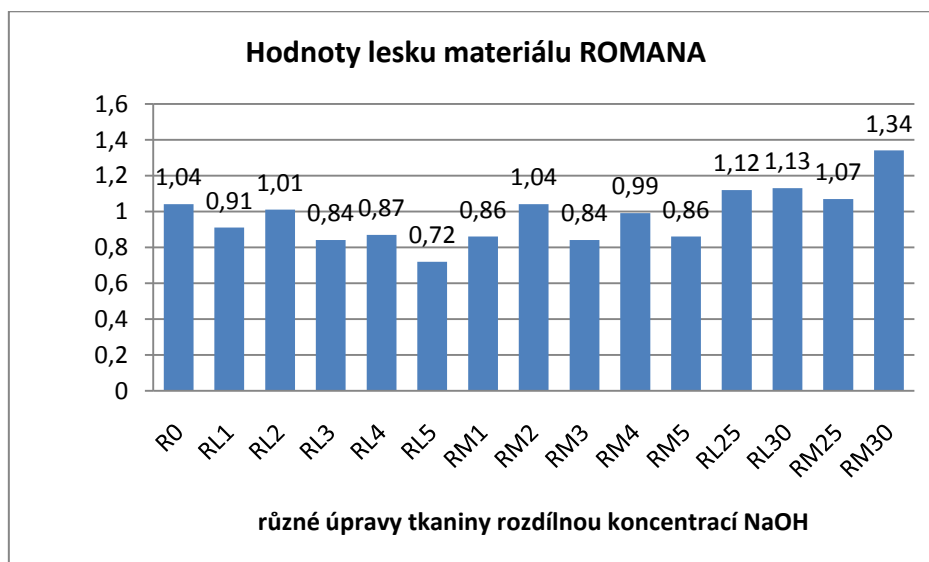
Lesk byl měřen pomocí reflektometru. U každého materiálu bylo provedeno měření 5x v jednom směru materiálu a 5x v druhém. Jelikož hodnoty pro úhel 60 ° vykazovaly výsledky



menší než 10 GU, byly použity hodnoty pro úhel 85 °. Z výsledných hodnot byla spočítána průměrná hodnota, která byla zaznamenána pro přehlednost porovnání do sloupcových grafů.

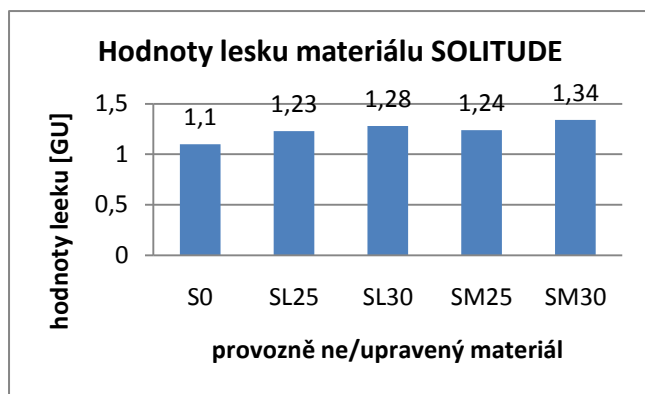
Tabulka 13 - lesk materiálu Romana [GU]

LESK MATERIÁLU ROMANA (úhel 85°) [GU]															
	R0	RL1	RL2	RL3	RL4	RL5	RM1	RM2	RM3	RM4	RM5	RL25	RL30	RM25	RM30
<b>průměr</b>	1,04	0,91	1,01	0,84	0,87	0,72	0,86	1,04	0,84	0,99	0,86	1,12	1,13	1,07	1,34
<b>směrodatná odchylka</b>	0,1	0,08	0,07	0,09	0,87	0,1	0,05	0,07	0,07	0,08	0,13	0,04	0,05	0,08	0,1
<b>variační koeficient</b>	9,81	9,12	6,93	10,8	100	13,6	5,7	6,35	7,86	8,38	14,9	3,57	3,98	7,48	7,61
<b>95 % interval spolehl.</b>	<0,98; 1,10>	<0,86; 0,91>	<0,97; 1,05>	<0,78; 0,9>	<0,33; 1,41>	<0,66; 0,78>	<0,93; 0,89>	<0,99; 1,1>	<0,80; 0,88>	<0,94; 1,01>	<0,78; 0,94>	<1,10; 1,15>	<1,10' 1,16>	<1,02; 1,12>	<1,28; 1,40>

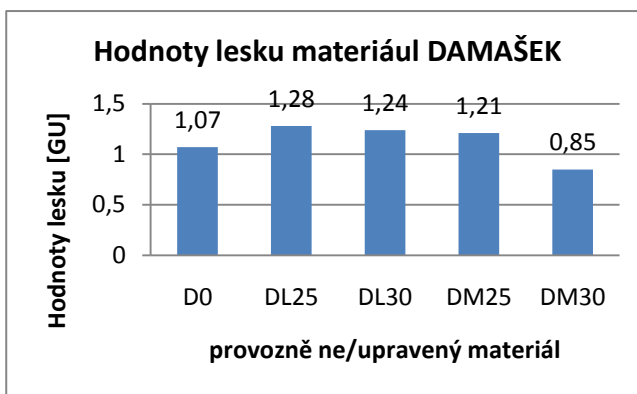


graf 21 - hodnoty lesku materiálu Romana

U materiálu Romana bylo nejvyššího lesku dosaženo u materiálu mercerovaného provozně NaOH o koncentraci 30 °Bé. Naopak nejnižšího lesku je dosaženo na laboratorně louhovaném materiálu NaOH o koncentraci 30 °Bé, což je výsledek správný, jelikož lesku je dosaženo právě díky napínání materiálu při merceraci. Pro dosažení co nejlepšího lesku je dobré použít merceraci NaOH o co koncentraci 30 °Bé.



graf 23 - hodnoty lesku materiálu Solitude



graf 22 - hodnoty lesku materiálu Damašek

Pomocí úpravy mercerace by se mělo dosáhnout zvýšení lesku materiálu. Ovšem materiál Damašek dle grafu výše vykazuje jeho snížení. Damašek je tkanina tkaná žakárovou technikou, tudíž její výsledný vzhled je velmi rozdílný. Materiál obsahuje místa dle provázání útkových a osnovních nití matná či lesklá. Při měření lze těžko stanovit, v kterém místě je měření nejoptimálnější. U tohoto materiálu lze tedy říci, že metoda měření lesku není vhodná pro stanovení úpravy mercerace.

## 7.9 Elektronový rastrovací mikroskop

Vlákna mercerovaných či louhovaných tkanin by měla vykazovat změnu průřezu. Od neupravených by se měly ztrácet lumeny a ledvinkovitý tvar by měl být kruhovitější.

Abychom mohli porovnat rozdíly, bylo provedeno pozorování pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu. Příze byly vypreparovány z tkaniny upravené mercerací či louhováním. Pozorován byl materiál ROMANA. Vypreparované příze z tkaniny byly vloženy do „bužírky“, nařezány na slabé válečky a poté pokryty slabou vrstvičkou zlatého prášku. Pomocí elektronového rastrovacího mikroskopu byl pozorován podélný pohled při tisícinásobném zvětšení, průřez vláken 500x, 750x a 1000x zvětšených. Výsledné obrázky z elektronového rastrovacího mikroskopu jsou zobrazeny v příloze viz. (Příloha 9)

Bylo vypořádáno, že průřez vláken z nemercerované tkaniny vykazoval ledvinkový průřez s viditelným lumenem. Řezy vláken z provozně mercerované tkaniny vykazovaly plnější spíše kruhovitější průřez s neznatelným lumenem. Průřezy vláken z tkaniny mercerované louhem sodným o koncentraci 8 °Bé vykazovaly znatelnější lumen a více zploštělý průřez oproti průřezu vláken z tkaniny mercerované louhem sodným o vyšší koncentraci. Průřezy vláken z tkaniny mercerované vykazovaly oproti průřezu vláken

z tkaniny louhované více ledvinkovitý průřez se zřetelnějším lumenem. Tato skutečnost je zřejmě dána napětím u mercerované tkaniny.

Tato metoda hodnocení mercerace tkanin není vhodná pro jednoznačné rozpoznání mercerované tkaniny. Rozdíly mezi louhovanou a mercerovanou přízí v testované tkanině byly velmi nepatrné. Proto je doporučeno tuto metodu zařadit pouze jako doplňkovou.

## 7.10 Obrazová analýza příčných řezů

Z jednotlivých typů tkanin materiálu Romana byly vypárány příze. Vypreparované příze byly ve třech fázích smočeny do lázně připravené z lepidla Duvilax KA-11 a smáčedla Spolion 8 Altaran (5 g/l), poté byly zality do přírodního vosku a následně zmrazeny. Pomocí mikrotomu byly odřezány vzorky příze obalené voskem a lepidlem o síle 15 $\mu$ m a ponořeny do kapaliny - Xilenu rozpouštějící přítomný vosk. Z připraveného preparátu byly pomocí světelného mikroskopu DM-00034 se spodním osvitem získány snímky pro další zpracování.

Vlastnosti pořízených snímků:

- rozlišení obrazu 1280x960 : 8bitů
- kalibrace 0,24  $\mu$ m/px
- zvětšení 20x

Předpoklad měření:

Jelikož byly vzorky odebrány z tkaniny, je pravděpodobné, že některé řezy nebyly provedeny kolmo k ose vlákna, nýbrž šikmo, a tudíž mohlo docházet ke zkresleným údajům geometrie vláken. Jelikož jsou vzorky odebírány stejným způsobem, byla chyba na všech vzorcích stejná, tudíž bylo možné provést objektivní porovnání. Testováno bylo několik základních charakteristik:

- **ekvivalentní průměr**  $d_e$  – Vlivem bobtnání bavlny při merceraci, by mělo dojít k mírnému zvýšení ekvivalentního průměru, nebo se nemění a to z důvodu, že do testování vstupují vlákna, která nebyla NaOH zasažena.
- **obvod** – za předpokladu, že se průřez vlákna vlivem působení NaOH mění z ledvinkového na kruhový, pak dojde ke snížení obvodu.
- **plocha** – Vlivem působení NaOH na vlákno dochází k jeho bobtnání a tím zvýšení plochy průřezu vlákna. Na velikost plochy průřezu vlákna může mít vliv způsob

získání vzorku. V případě, že je vzorek získán z příze vypreparované z tkaniny, pak je pravděpodobné, že budou mít některá vlákna zvýšenou plochu díky zkosen a velikosti úhlu od osy vlákna k jeho okraji.

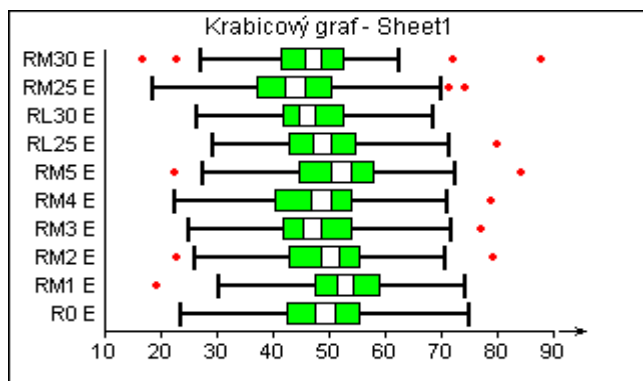
- **cirkularita** – by se měla s mercerací vlákna zvýšit, jelikož dokonalý kruh=1 a mercerací dochází ke změně tvaru průřezu vlákna od nekruhového na kruhové
- **tvarový faktor** – dokonalý kruh = 0, z čehož vyplývá, že by se měl být tvarový faktor vlákna po merceraci nižší než u vlákna nemercerovaného, jelikož dochází k bobtnání a změně průřezu vlákna z ledvinkového na kruhový.

Nejprve byla data seskupena a od každého typu byl počet měření eliminován na 120 změřených vláken. Před statistickým vyhodnocením dat byla nejprve ověřena homogenita, normalita a nezávislost dat. V případě, že byl test normality zamítnut nebo došlo k zamítnutí jak u testu homogenity i normality bylo přistoupeno na provedení transformace těchto dat, pomocí níž byla data přetransformována na homogennější. V případě, že byl test homogenity zamítnut, pak byla dle QQ grafu vybrána vybočující data a ta byla z testování vyloučena. Po těchto úpravách bylo provedeno statistické vyhodnocení dat pomocí programu QC expert. Experimentálně zjištěná data byla statisticky vyhodnocena, stanovena byla střední hodnota, směrodatná, 95 % interval spolehlivosti s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ , statistické výsledky se nachází v tabulce (Tabulka 35) v příloze (Příloha 10). Následně bylo, na základě analýzy rozptylu, provedeno párové porovnání dle Scheffého metody vždy dvou materiálů s různou úpravou, významně rozdílné faktory materiálů byly zaznamenány do tabulky níže. Pro přehlednost byla data zaznamenána do krabicového grafu, viz níže, který znázorňuje symetrii rozdělení dat a vybočující data za předpokladu symetrického rozdělení. Na ose x je znázorněna úroveň faktoru a na ose y měřená hodnota.

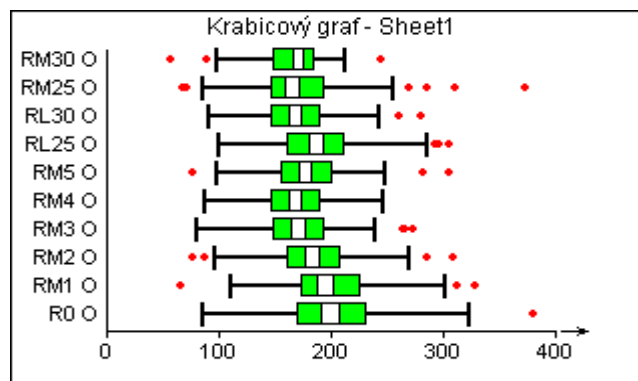
Z výsledků vyplynulo, že významné rozdíly byly zjištěny mezi vzorky:

Tabulka 14 - významné rozdíly mezi materiály dle obrazové analýzy

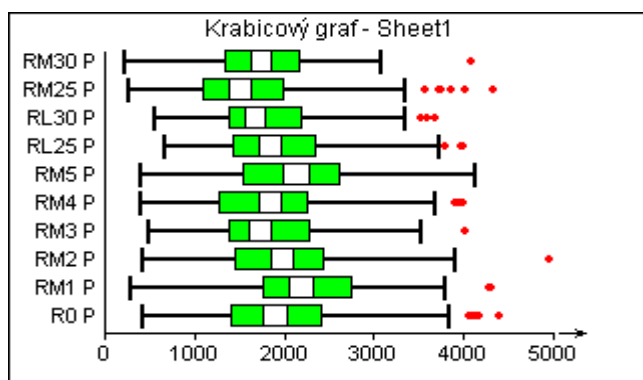
ekvivalentní průměr		obvod		tvarový faktor		cirkularita	
RM1	RM4	R0	RM3	R0	RM1	R0	RM1
RM1	RL30	R0	RM4	R0	RM2	R0	RM2
RM2	RLM25	R0	RL30	R0	RM3	R0	RM3
RM3	RM30	R0	RM25	R0	RM4	R0	RM4
RM5	RM25	R0	RM30	R0	RM5	R0	RM5
Plocha průřezu		RM1	RM3	R0	RL30	R0	RL30
		RM1	RM4	R0	RM30	R0	RM30
		RM1	RM5	RM1	RM5	RM1	RM5
		RM1	RL30	RM2	RM5	RM2	RM5
		RM1	RM25	RM2	RL25	RM3	RL25
		RM1	RM30	RM3	RL25	RM4	RL25
		RM4	RL25	RM4	RL25	RM5	RL25
		RL25	RM30	RM5	RL25	RM5	RM25
				RM5	RM25	RL25	RL30
				RL25	RL30	RL25	RM30
				RL25	RM30		
				RL30	RM30		
				RL30	RM25		



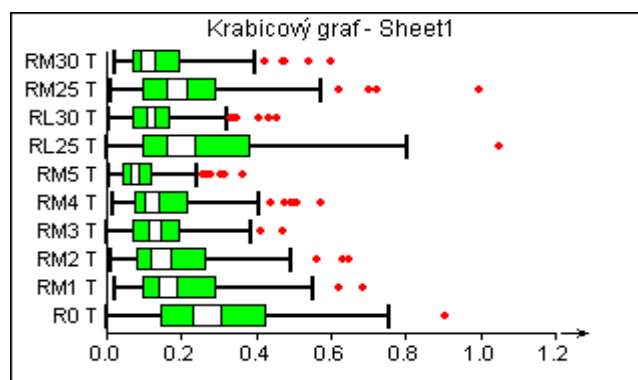
graf 27 - grafické znázornění hodnot ekvivalentního průměru



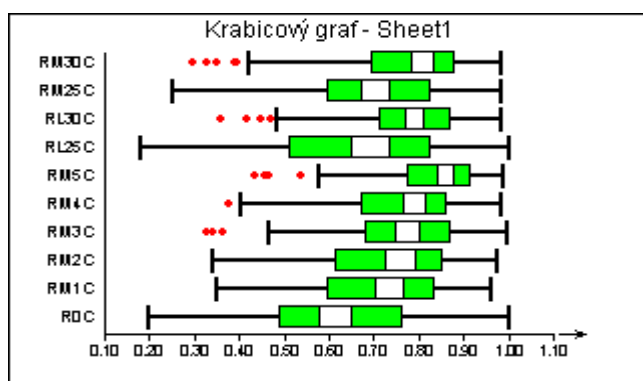
graf 26 - grafické znázornění hodnot obvodu průřezu



graf 24 - grafické znázornění hodnot plochy průřezu



graf 25 - grafické znázornění tvarového faktoru



graf 28 - grafické znázornění cirkularity

Dle krabicových grafů je patrné, že byly u některých faktorů potrženy teoretické předpoklady. Především u tvarového faktoru a cirkularity lze potvrdit teoretický předpoklad. Se zvyšující se koncentrací NaOH při merceraci dochází ke snížení tvarového faktoru, což potvrzuje, že vlákno vlivem působení NaOH bobtná a mění se na

kruhový průřez, v případě cirkularity došlo se zvyšující se koncentrací NaOH ke zvýšení, což je opět důsledek zbobtnání vlákna a změny průřezu ledvinkového na téměř kruhový. Z grafů je také patrné, že je laboratorní mercerace provedena lépe než úprava provozní. Plocha průřezu, obvod a ekvivalentní průměr nejsou z grafů patrné jasné a závislé rozdíly, to může být způsobeno několika faktory, především je to dáno způsobem získání vláken. Porovnání plochy, obvodu a ekvivalentního průřezu by bylo objektivnější za předpokladu, že by byla vlákna namercerována jednotlivě.

## Závěr

Hlavním cílem diplomové práce bylo vybrat a pro praxi v textilních podnicích doporučit vhodné a relativně jednoduché metody testování kvality mercerace. Aby bylo možné porovnat materiály po merceraci a louhování různými koncentracemi NaOH, bylo před měřením provedeno laboratorní louhování a mercerace různými koncentracemi NaOH, dle vlastního uvážení byly vybrány koncentrace 8, 13, 20, 25 a 30 °Bé. V praxi je pro úpravu mercerace používaná koncentrace NaOH od 20 do 32 °Bé. Testovány byly rovněž materiály upravené provozní mercerací, aby bylo možné porovnat výsledky měření úpravy laboratorní s provozní. Testovány byly 3 typy materiálů. Na materiálu Romana tkaném keprovou vazbou používanou pro oblekoviny a sypkoviny bylo provedeno laboratorní louhování a mercerace. Na tkanině atlasové vazby Solitude a tkanině tkané žakárovou technikou Damašek bylo provedeno provozní louhování a mercerace.

Pro testování byly zvoleny metody zkoušení chemické, mechanické a optické. Jelikož je známo, že se mercerovaný materiál velmi dobře barví a výsledným efektem je pak sytější zbarvený materiál oproti nemercerované textilii, bylo barvení vybráno jako hlavní způsob testování. Barveno bylo pomocí Red green testu, pomocí reaktivního barviva Drimaren Brilliant Blue K-BL a pomocí Chicago blau 6B. V prvních dvou případech následovalo měření sytosti vybarvení pomocí spektrofotometru Datacolor, odkud byly výsledky zaznamenány jako remisní křivky. Hodnoceny byly remise o vlnové délce 620 nm, což je spektrum viditelného světla, tzv. remisního minima, ze kterého byl poté spočítán Kubelka-Munkův vztah. Po vybarvení pomocí přímého barviva Chicago blau 6B byla vypočítána absorbance lázně.

Ze všech barvicích testů vyplynula přímá závislost mezi testy zjištěnými stupněm mercerace a koncentrací použitého NaOH. Rozdíly jsou patrné mezi mercerací a louhováním pravděpodobně v důsledku odlišné doby odležení po naklocování. Je také důležité brát v úvahu nerovnoměrnost průniku roztoku NaOH do příze v tkanině. Povrch je většinou více mercerován ve srovnání s vnitřní částí příze. Tímto vzniká rozdíl mezi hodnocením podle remise vybarvené tkaniny, kde je rozhodující povrch a hodnocení podle absorbance, postihující vytažení barviva bez rozlišení povrchu nebo vnitřku tkaniny.

Tento faktor platí i v případě stanovení baryového čísla, kde také nerozhoduje, zda je mercerován pouze povrch či celý objem tkaniny. Z výsledků měření baryového čísla

vyplynula závislost mezi stupněm mercerace vyjádřené baryovým číslem a použitou koncentrací NaOH.

Sráživost byla další testovanou charakteristikou, po provedené merceraci by mělo nastat snížení sráživosti materiálu, což je jedna z velmi důležitých vlastností pro kterou se mercerace provádí. Z výsledků měření bylo zjištěno, že působením NaOH na textilií dochází ke snížení sráživosti, ovšem míra koncentrace NaOH nebyla nikterak stanovena, jelikož se výsledky lišily a nebyla zde patrná žádná závislost.

Pevnost zde byla zvolena jako doplňkovou charakteristikou. Z naměřených dat v našem případě bylo zjištěno, že čím vyšší koncentrace NaOH byla na materiál použita, tím vyšší pevnosti bylo dosaženo.

Sráživost ani pevnost nelze doporučit jako příliš vhodnou metodu pro zjištění stupně mercerace, jelikož je zde mnoho faktorů, které tyto charakteristiky ovlivňují, jedná se například o závislost na kvalitě rezné tkanin i na provozních operacích před mercerací.

Mikroskopické testy byly provedeny na materiálu Romana, z obrázků příčného řezu vlákna vyplynulo, že čím vyšší koncentrace byla na materiál použita, tím více se průřez vlákna změnil, ztrácel se lumen a tvar se více podobal kruhu, ovšem sledováním průřezu elektronovým rastrovacím mikroskopem není možné objektivně posoudit, zda se jedná o materiál louhovaný či mercerovaný. Tato metoda je tedy doporučena jen jako doplňkovou.

Pomocí obrazové analýzy byly zjištěny některé charakteristiky průřezu vlákna jako je plocha, obvod, ekvivalentní průměr, tvarový faktor a cirkularita. Předpoklady, které byly stanoveny u charakteristik cirkularity a tvarového faktoru, byly potvrzeny. Se vzrůstající koncentrací NaOH dochází ke zvýšení cirkularity a snížení tvarového faktoru, což je dáno bobtnání vlákna a změny průřezu vlákna z nekruhového na téměř kruhové. Vlastnosti jako je obvod, plocha průřezu a ekvivalentní průměr nejsou v tomto případě objektivně hodnotitelné, jelikož je zde velká řada faktorů, které výsledné hodnoty ovlivňují. Aby byly výsledky vypovídající a porovnatelné, musely by se vzorky odebírat z jednotlivých vláken upravených mercerací, nikoli z příze z tkaniny. Jelikož je proces stanovení zmíněných charakteristik velmi složitý a zdlouhavý, není možné ho provádět v textilních firmách. Tato metoda byla zvolena pouze pro zjištění, zda se potvrdí dané skutečnosti.



Firmám, které kupují materiály od dodavatelů, bych jako nejvhodnější metodu testování mercerované textilie doporučila metody barvení, jelikož pomocí barvicích testů, lze v poměrně krátkém čase stanovit do jaké míry je materiál mercerovaný, podmínkou ovšem je testovat tentýž materiál bez úpravy. Pro rozdíly výsledných sytostí vybarvení je vhodné používat spektrofotometr, ovšem nikde není stanoveno, jak velké rozdíly musí materiál vykazovat. Dle přiložených vzorků (Příloha 11) je patrné, že jsou pouhým okem rozdíly neupravené textilie a mercerované či louhované textilie viditelné. Velmi vypovídající je též hodnocení pomocí Baryového čísla, které je ale časově náročnější.

Pro tyto metody je nutno zajistit jako standard vzorek stejné tkaniny před mercerací. Dále je nutno připravit „etalony“ různých stupňů mercerace buď výběrem z provozních vzorků, nebo řadou laboratorních koncentrací. Dle mého názoru je jednodušší laboratorní louhování bez napínání, které se u vybarvení a baryového čísla nijak neprojeví. Kromě v této diplomové práci použitých metod měření, může být vybarvení hodnoceno i vizuálně pro stanovení zabarvení mrtvé a nezralé bavlny proti standardu bez mercerace.

## Použitá literatura

- [1] HLADÍK, V. a kolektiv.: Textilní vlákna, Praha 1970, nakladatelství technické literatury, 04-834-70
- [2] STANĚK, J.: Textilní zbožíznalství, vlákenné suroviny, příze, nitě, Technická univerzita v Liberci, 2006, ISBN 80-7372-147-3
- [3] MILITKÝ, J.: Textilní vlákna, Klasická a speciální, Technická univerzita v Liberci, září 2002, ISBN 80-7083-644-X Str. 99
- [4] Prezentace textilní vlákna rostlinná, Technická univerzita v Liberci, katedra textilních materiálů, [online].[cit. 08.1.2010], dostupné z: [http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/6-rostlinna\\_vlakna.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20061005/6-rostlinna_vlakna.pdf)
- [5] e-LTex, škola textilu, zkoušení textilií, [online] [cit. 8.1.2011], dostupné z: <http://www.skolertextilu.cz/zus/index.php?page=7>
- [6] ODVÁRKA, J.: Teorie zušlechťování, Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 2. vydání, červenec 1986, 55-808-86
- [7] MYŠINSKÝ, O.: Zkušebnictví v textilním průmyslu, Vydavatelství ROH. Práce-vydavatelství knih, Praha 1952, DT 620.1, 677.1/.9, číslo publikace 1513
- [8] PECHÁČEK, F., JANKOVSKÝ, J.: Zkoušení textilií, SNTL-nakladatelství technické literatury, Praha 1980, 04-814-80
- [9] Textilní vlákna, přírodní vlákna rostlinná, přednáška VII, katedra textilních materiálů, [online].[cit. 2.2.2011], Dostupné z: [http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20071113/TVN\\_prednaska\\_7.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20071113/TVN_prednaska_7.pdf)
- [10] SIMON, J.: Technologie II, část 2 – zušlechťování textilií, Vysoká škola strojní a textilní v Liberci, 1980, 55-808-80
- [11] KRYŠTŮFEK, J., MACHAŇOVÁ, D., ODVÁRKA, J., PRÁŠIL, M., WIENER, J.: Zušlechťování textilií, Technická univerzita v Liberci 2002, skripta na Technické univerzitě v Liberci
- [12] MACHAŇOVÁ, D.: Předúprava textilií – Návod na cvičení: skriptum TU Liberec, 2000, ISBN 80-7083-406-4
- [13] NECKÁŘ, B. : Morfologie a strukturní mechanika obecných vlákenných útvarů, Technická univerzita v Liberci, 1998 či 2001
- [14] Stanovení povrchových vlastností, Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, [online] [cit 4.4.2011] Dostupné z: [http://www.vscht.cz/kat/download/lab2\\_stanoveni\\_povrchovych\\_vlastnosti.pdf](http://www.vscht.cz/kat/download/lab2_stanoveni_povrchovych_vlastnosti.pdf)

- [15] Rastrovací elektronový mikroskop jako prostředek moderní výuky v oboru textilním, TUL, katedra textilních materiálů, KOVAČIČ V., MILITKÝ J., RUBNEROVÁ J., [online] [cit 4.4.2011] Dostupné z: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/rem>
- [16] Wikipedie, Rastrovací elektronový mikroskop, poslední editace 28. 3. 2011, [online] [cit 4.4.2011] Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Rastrovac%C3%AD\\_elektronov%C3%BD\\_mikroskop](http://cs.wikipedia.org/wiki/Rastrovac%C3%AD_elektronov%C3%BD_mikroskop)
- [17] VIK, M.: Základy měření barevnosti I.díl, Technická univerzita v Liberci, Liberec 1995, ISBN 80-7083-162-6
- [18] Wikipedie, Absorbance, poslední editace 22.7.2010, [online] [cit 14.4.2011] Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Absorbance>
- [19] Textilní zkušebnictví, Technická univerzita v Liberci, [online] [cit. 20.4.2011] Dostupné z: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/?q=cs/materialy>
- [20] Laboratorní zařízení, Technická univerzita v Liberci, katedra textilních materiálů, [online] [cit 10.3.2011] Dostupné z: <http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/p1010185.jpg>
- [21] WIENER, J., KRYŠTŮFEK, J., PASTRNEK, R., Barvení textilií, úloha č.1 – 1:2 kovokomplexní barviva, izoreaktivní průběh barvení, Technická univerzita v Liberci, Katedra textilní chemie, [online] [cit.20.4.2011] dostupné z.: <http://www.ft.tul.cz/depart/ktc/index.php?page=pedcin>
- [22] Interní norma č. 11-108-01/01 Definice. Geometrické vlastnosti vláken
- [23] KUPKA, K., QC Expert, uživatelský manuál, verze 2.7, TryloByte, Pardubice, 2000, 2004
- [24] ČSN EN ISO 5077, Textilie – Zjišťování změn rozměrů po praní a sušení, srpen 2008

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - vyzňovací stroj .....	11
Obrázek 2 – prostorové uspořádání polymeru celulózy .....	13
Obrázek 3 - struktura bavlněného vlákna [4] .....	14
Obrázek 4 - staplový diagram vláken bavlny [3] .....	16
Obrázek 5 - zleva: zralá, nezralá, mrtvá bavlna [5].....	17
Obrázek 6 - pronikání mercerační lázně do bavlněného vlákna při merceraci zleva za studena, za horka .....	21
Obrázek 7 - změna průřezu vlákna při merceraci ( $\mu\text{m}$ )[4] .....	21
Obrázek 8 - mikroskopické zobrazení bavlny 1 nemercerované (A) mercerované (B)[11] ...	22
Obrázek 9 - princip bezřetězové mercerace tkanin[10].....	24
Obrázek 10 - vlevo: vstup materiálu do lázně, vpravo nahoře: průchod materiálu lázní, vpravo dole: nábal materiálu [zdroj vlastní].....	25
Obrázek 11 - Barevný prostor CIELAB.....	29
Obrázek 12 - geometrie intenzity odraženého záření [14] .....	31
Obrázek 13 - Rastrovací elektronový mikroskop VEGA-TESCAN [20] .....	32
Obrázek 14 - tvar vzorku tkaniny pro zkoušení pevnosti [19] .....	54
Obrázek 15 - mikroskopický pohled podélných a příčných řezů materiálu Romana po různých úpravách NaOH.....	85

## 9 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - vlastnosti testovaných materiálů .....	34
Tabulka 2 - vysvětlivky ke značení testovaných materiálů.....	34
Tabulka 3 - hodnoty NaOH - stupně Bé, hustota, %, g/l.....	35
Tabulka 4 - hmotnostní přívažek po naklocování NaOH.....	36
Tabulka 5 - remise a Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana při vlnové délce 620 nm....	38
Tabulka 6 - remise při 620 nm materiálu zleva Solitude, Damašek - Red green test .....	39
Tabulka 7- remise a Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana po barvení reaktivním barvivem.....	46
Tabulka 8 – remise materiálu zleva Solitude, Damašek po barvení reaktivním barvivem .....	47
Tabulka 9 - výsledné hodnoty Baryového čísla pro materiály Damašek a Solitude.....	49

Tabulka 10 - hodnoty Baryového čísla materiálu Romana .....	50
Tabulka 11- dostavy materiálů zleva Romana, Solitude, Damašek .....	51
Tabulka 12- měrné hmotnosti materiálů [g/m <sup>2</sup> ].....	53
Tabulka 13 - lesk materiálu Romana [GU] .....	56
Tabulka 14 - významné rozdíly mezi materiály dle obrazové analýzy .....	60
Tabulka 15- výpočet celkové barevné difference materiálu ROMANA .....	71
Tabulka 16 - Výpočet celkové barevné difference materiálu Damašek .....	71
Tabulka 17 - výpočet celkové barevné difference materiálu Solitude .....	71
Tabulka 18 - barevné difference materiálu Romana - barvení reaktivním barvivem.....	74
Tabulka 19 - barevné difference materiálu Solitude - barvení reaktivním barvivem.....	74
Tabulka 20 - barevné difference materiálu Damašek - barvení reaktivním barvivem .....	74
Tabulka 21 - absorbance, % vytažení po barvicím Chicago blau testu - Romana .....	77
Tabulka 22 - absorbance, % vytažení po barvicím Chicago blau testu - Solitude .....	77
Tabulka 23 - absorbance, % vytažení po barvicím Chicago blau testu - Damašek .....	77
Tabulka 24 – změny rozměrů materiálu Romana .....	78
Tabulka 25 - změny rozměrů materiálu Damašek.....	78
Tabulka 26 - změny rozměrů materiálu Solitude .....	78
Tabulka 27 – pevnost a statistické výsledky materiálu Romana [N] .....	79
Tabulka 28 – porovnání pevností materiálu Romana.....	79
Tabulka 29 - pevnost a statistické výsledky materiálu Damašek [N] .....	79
Tabulka 30 - porovnání pevností materiálu Damašek.....	80
Tabulka 31 - pevnost a statistické výsledky materiálu Solitude [N].....	80
Tabulka 32 - porovnání pevností materiálu Solitude .....	80
Tabulka 33 - rozdíly pevností testovaných materiálů [%] .....	81
Tabulka 34 - lesk materiálů Damašek, Solitude.....	81
Tabulka 35 - výsledné hodnoty průměru a 95 % IS obrazové analýzy průřezu vláken materiálu Romana.....	86

## 10 SEZNAM GRAFŮ

graf 1- remise materiálu Romana .....	38
graf 2 - Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana - Red green test .....	39

graf 3 - Míra velikosti rozdílu barevnosti mezi standardem a vzorkem barveného pomocí Red green testu u materiálu ROMANA.....	40
graf 4 - míra velikosti barevného rozdílu mezi standardem a vzorkem materiálů zleva Solitude a Damašek .....	40
graf 5 - absorbance lázně po barvení materiálu Romana - Chicago blau .....	42
graf 6 - absorbance materiál zleva Solitude, Damašek po barvením - Chicago blau.....	43
graf 7 - % vytažení lázně - Chicago blau - materiál ROMANA .....	44
graf 8 - % vytažení lázně - Chicago blau - materiál SOLITUDE .....	45
graf 9 - % vytažení lázně - Chicago blau - materiál DAMAŠEK .....	45
graf 10 - remise materiálu Romana po barvení reaktivním barvivem.....	46
graf 11 - Kubelka-Munkův vztah materiálu Romana po barvení reaktivním barvivem .....	47
graf 12 - míra velikosti barevného rozdílu mezi standardem a vzorkem – Romana.....	48
graf 13 - míra velikosti barevného rozdílu mezi standardem a vzorkem materiálů zleva Solitude, Damašek.....	48
graf 14- hodnoty Baryového čísla materiálu Romana.....	50
graf 15 – změna rozměrů materiálu Romana .....	52
graf 16 – změna rozměrů materiálu Damašek.....	52
graf 17 – změna rozměrů materiálu Solitude .....	53
graf 18- pevnost materiálu Romana po osnově .....	55
graf 19 - pevnost materiálu Damašek po osnově .....	55
graf 20 - pevnost materiálu Solitude po osnově .....	55
graf 21 - hodnoty lesku materiálu Romana .....	56
graf 22 - hodnoty lesku materiálu Damašek.....	57
graf 23 - hodnoty lesku materiálu Solitude .....	57
graf 24 - grafické znázornění hodnot plochy průřezu .....	61
graf 25 - grafické znázornění tvarového faktoru .....	61
graf 26 - grafické znázornění hodnot obvodu průřezu .....	61
graf 27 - grafické znázornění hodnot ekvivalentního průměru .....	61
graf 28 - grafické znázornění cirkularity .....	61
graf 29 - remisní křivky materiálu Romana - Red green test .....	72
graf 30 - remisní křivky materiálu Damašek - Red green test.....	73
graf 31 - remisní křivky materiálu Solitude - Red green test .....	73
graf 32 - remisní křivky materiálu Romana - barvení reaktivním barvivem.....	75

graf 33 - remisní křivky materiálu Damašek - barvení reaktivním barvivem .....	76
graf 34 - remisní křivky materiálu Solitude - barvení reaktivním barvivem.....	76

## 11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1- výsledné hodnoty barevné difference materiálů po barvicím Red green testu .....	71
Příloha 2 - remisní křivky po barvicím Red green testu .....	72
Příloha 3 - výsledné hodnoty barevné difference materiálů po barvicím testu reaktivním barvivem.....	74
Příloha 4- remisní křivky po barvení reaktivním barvivem Drimaren Brilliant Blue K-BL....	75
Příloha 5 - výsledné hodnoty absorbance lázně a vytažení barviva E po barvicím testu pomocí barviva Chicago blau.....	77
Příloha 6 – výsledné hodnoty změn rozměrů materiálů po praní [%].....	78
Příloha 7- výsledné hodnoty pevnosti .....	79
Příloha 8 – Výsledné hodnoty lesku.....	81
Příloha 9 - obrázky z Elektronového rastrovacího mikroskopu podélného i příčného řezu materiálu Romana .....	82
Příloha 10 – statistické vyhodnocení obrazové analýzy příčných řezů vláken bavlny .....	86
Příloha 11 - vzorky materiálů testovaných barvicími testy .....	87

## 12 PŘÍLOHY

### Příloha 1- výsledné hodnoty barevné difference materiálů po barvicím Red green testu

Tabulka 15- výpočet celkové barevné difference materiálu ROMANA

	L	$\Delta L$	$\Delta L^2$	a	$\Delta a$	$\Delta a^2$	b	$\Delta b$	$\Delta b^2$	$\Delta E$
<b>R0</b>	53,79059			-5,58144			-2,5342			
<b>RL1</b>	48,25566	5,53493	30,63545	-11,1477	5,56621	30,98269	-1,15869	-1,37551	1,892028	<b>7,97</b>
<b>RL2</b>	46,55159	7,239	52,40312	-13,4506	7,86912	61,92305	-0,66346	-1,87074	3,499668	<b>10,85</b>
<b>RL25</b>	45,85826	7,93233	62,92186	-15,2181	9,63669	92,86579	-0,12277	-2,41143	5,814995	<b>12,71</b>
<b>RL3</b>	41,71289	12,0777	145,8708	-13,87	8,28856	68,70023	0,39833	-2,93253	8,599732	<b>14,94</b>
<b>RL30</b>	44,2439	9,54669	91,13929	-14,1295	8,54809	73,06984	-0,65018	-1,88402	3,549531	<b>12,95</b>
<b>RL4</b>	41,68645	12,10414	146,5102	-14,5062	8,9248	79,65206	-0,16332	-2,37088	5,621072	<b>15,22</b>
<b>RL5</b>	40,61383	13,17676	173,627	-14,8786	9,29715	86,437	-0,69672	-1,83748	3,376333	<b>16,23</b>
<b>RM1</b>	52,16737	1,62322	2,634843	-7,94372	2,36228	5,580367	-1,75885	-0,77535	0,601168	<b>2,97</b>
<b>RM2</b>	48,98382	4,80677	23,10504	-11,2523	5,6709	32,15911	-1,24224	-1,29196	1,669161	<b>7,55</b>
<b>RM25</b>	46,86364	6,92695	47,98264	-16,1304	10,54898	111,281	0,01112	-2,54532	6,478654	<b>12,87</b>
<b>RM3</b>	43,07984	10,71075	114,7202	-16,4116	10,83012	117,2915	0,39128	-2,92548	8,558433	<b>15,51</b>
<b>RM30</b>	43,9727	9,81789	96,39096	-16,461	10,87953	118,3642	0,07505	-2,60925	6,808186	<b>14,89</b>
<b>RM4</b>	42,54938	11,24121	126,3648	-16,4272	10,84571	117,6294	0,34503	-2,87923	8,289965	<b>15,88</b>
<b>RM5</b>	41,51831	12,27228	150,6089	-15,915	10,3336	106,7833	-0,02632	-2,50788	6,289462	<b>16,24</b>

Tabulka 16 - Výpočet celkové barevné difference materiálu Damašek

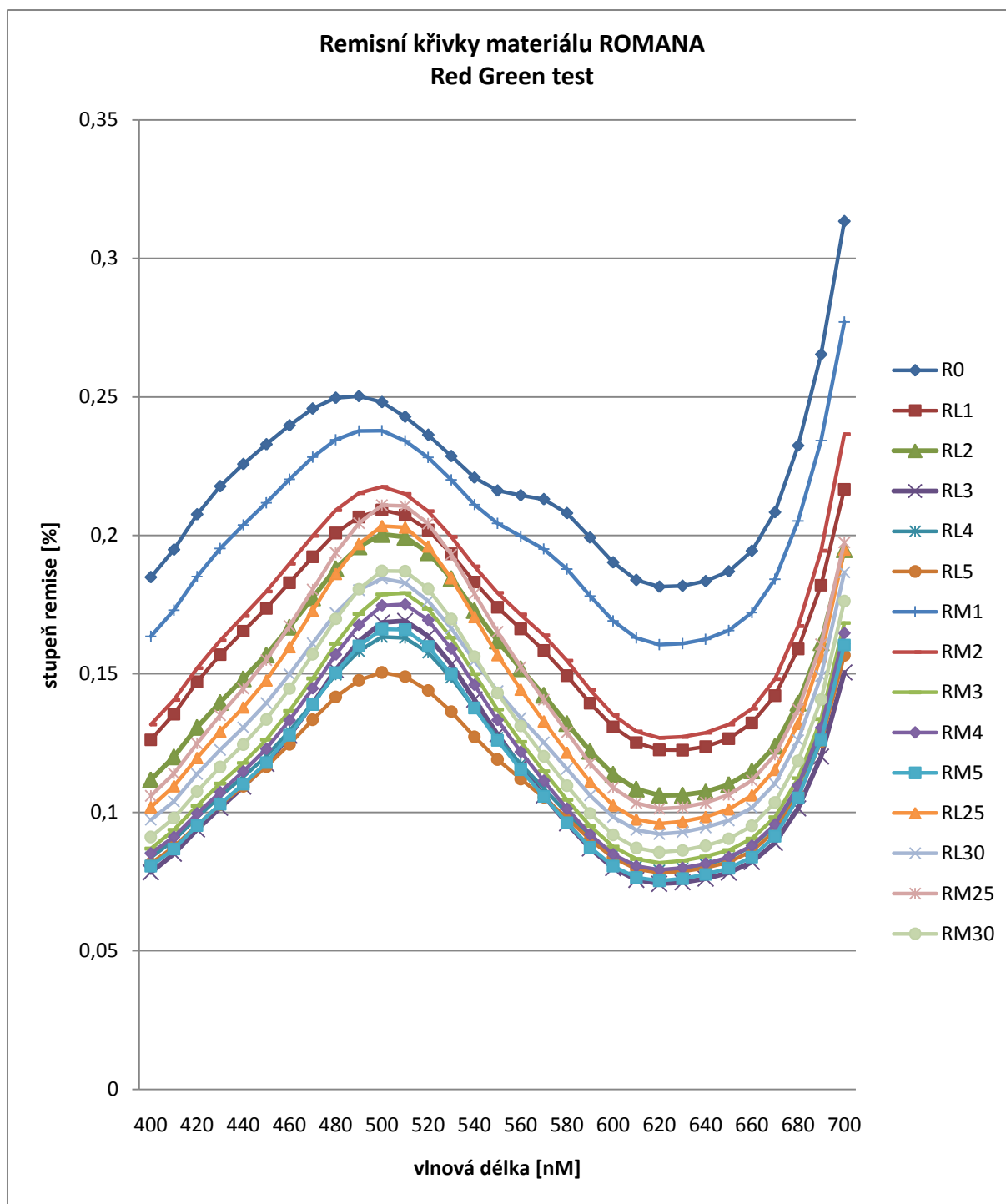
	L	$\Delta L$	$\Delta L^2$	a	$\Delta a$	$\Delta a^2$	b	$\Delta b$	$\Delta b^2$	$\Delta E$
<b>D0</b>	50,66817			-11,8901			-1,28667			
<b>DL25</b>	42,24405	8,42412	70,9658	-18,0376	6,14751	37,79188	0,46328	-1,74995	3,062325	<b>10,57</b>
<b>DL30</b>	41,56605	9,10212	82,84859	-17,3136	5,42353	29,41468	0,32614	-1,61281	2,601156	<b>10,72</b>
<b>DM25</b>	45,41212	5,25605	27,62606	-15,7506	3,86048	14,90331	-0,15694	-1,12973	1,27629	<b>6,62</b>
<b>DM30</b>	42,74239	7,92578	62,81799	-18,1579	6,26782	39,28557	0,85058	-2,13725	4,567838	<b>10,33</b>

Tabulka 17 - výpočet celkové barevné difference materiálu Solitude

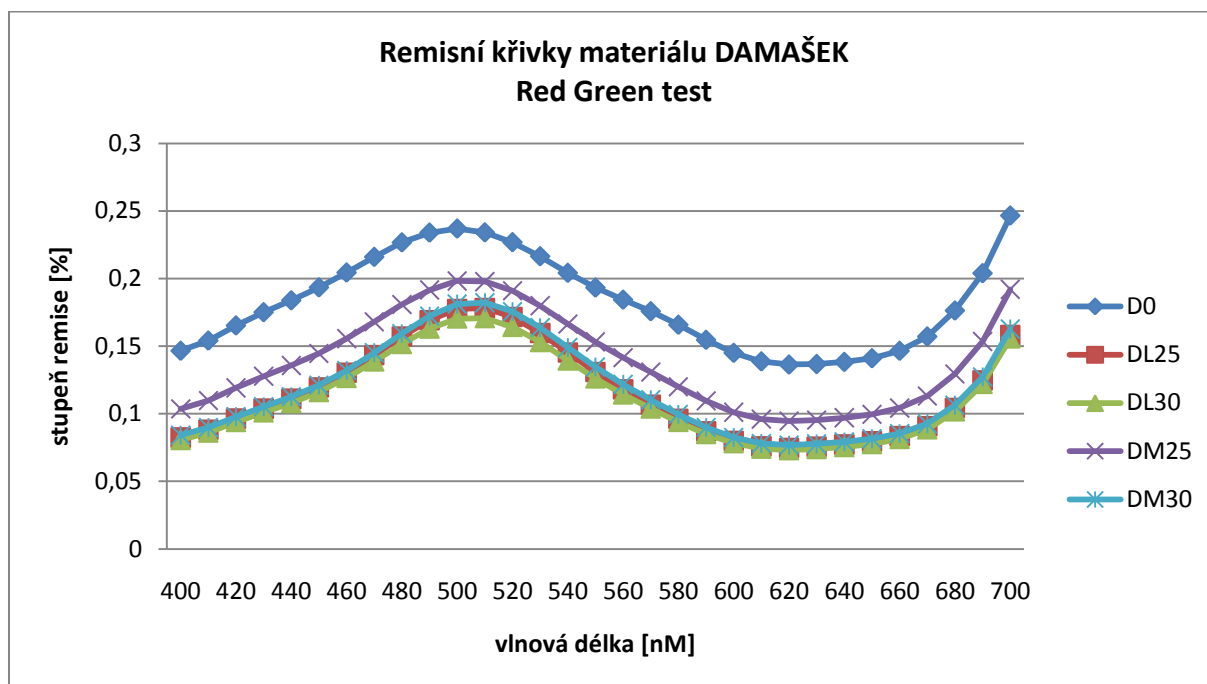
	L	$\Delta L$	$\Delta L^2$	a	$\Delta a$	$\Delta a^2$	b	$\Delta b$	$\Delta b^2$	$\Delta E$
<b>S0</b>	48,17151			-15,8674			-0,45178			
<b>SL25</b>	40,0353	8,13621	66,19791	-18,796	2,92862	8,576815	0,69824	-1,15002	1,322546	<b>8,72</b>
<b>SL30</b>	38,10473	10,06678	101,3401	-17,3823	1,51487	2,294831	0,35393	-0,80571	0,649169	<b>10,21</b>
<b>SM25</b>	40,43494	7,73657	59,85452	-19,0427	3,17529	10,08247	0,8285	-1,28028	1,639117	<b>8,46</b>
<b>SM30</b>	39,64122	8,53029	72,76585	-19,1134	3,24601	10,53658	0,78571	-1,23749	1,531382	<b>9,21</b>



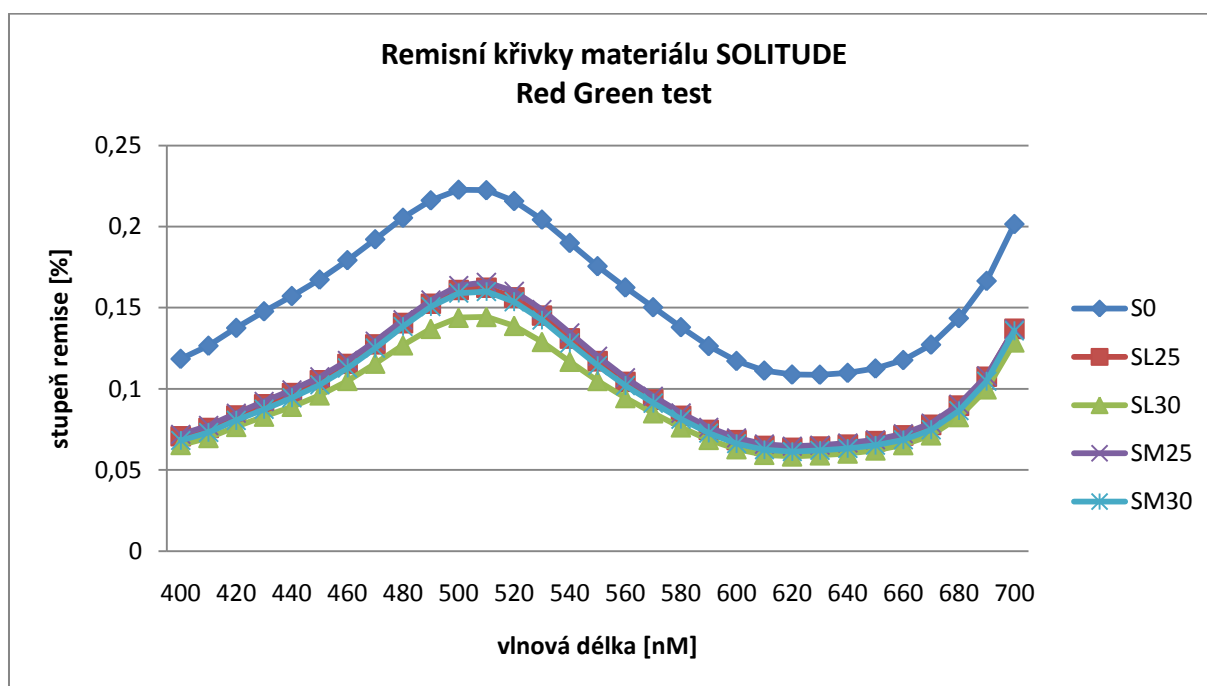
Příloha 2 - remisní křivky po barvicím Red green testu



graf 29 - remisní křivky materiálu Romana - Red green test



graf 30 - remisní křivky materiálu Damašek - Red green test



graf 31 - remisní křivky materiálu Solitude - Red green test

### Příloha 3 - výsledné hodnoty barevné difference materiálů po barvicím testu reaktivním barvivem

Tabulka 18 - barevné difference materiálu Romana - barvení reaktivním barvivem

	L	$\Delta L$	$\Delta L^2$	a	$\Delta a$	$\Delta a^2$	b	$\Delta b$	$\Delta b^2$	$\Delta E$
<b>R0</b>	51,90533			-7,12177			-33,452			
<b>RL1</b>	48,31602	3,58931	12,88315	-7,00074	-0,12103	0,014648	-34,5978	1,14587	1,313018	<b>3,77</b>
<b>RL2</b>	48,30197	3,60336	12,9842	-6,66595	-0,45582	0,207772	-34,6916	1,23964	1,536707	<b>3,84</b>
<b>RL3</b>	43,89412	8,01121	64,17949	-5,44178	-1,67999	2,822366	-38,1959	4,74389	22,50449	<b>9,46</b>
<b>RL4</b>	42,31726	9,58807	91,93109	-4,70969	-2,41208	5,81813	-37,9809	4,52894	20,5113	<b>10,87</b>
<b>RL5</b>	41,79579	10,10954	102,2028	-4,54497	-2,5768	6,639898	-38,8934	5,44143	29,60916	<b>11,77</b>
<b>RM1</b>	50,05076	1,85457	3,43943	-7,09859	-0,02318	0,000537	-34,229	0,77703	0,603776	<b>2,01</b>
<b>RM2</b>	49,38633	2,519	6,345361	-6,85912	-0,26265	0,068985	-35,6253	2,17336	4,723494	<b>3,34</b>
<b>RM3</b>	43,83551	8,06982	65,12199	-5,29671	-1,82506	3,330844	-38,402	4,95	24,5025	<b>9,64</b>
<b>RM4</b>	42,45274	9,45259	89,35146	-4,88534	-2,23643	5,001619	-38,4458	4,99382	24,93824	<b>10,92</b>
<b>RM5</b>	41,74893	10,1564	103,1525	-4,81416	-2,30761	5,325064	-38,7934	5,34142	28,53077	<b>11,71</b>
<b>RL25P</b>	45,18008	6,72525	45,22899	-5,96026	-1,16151	1,349105	-38,3618	4,90983	24,10643	<b>8,41</b>
<b>RL30P</b>	44,22416	7,68117	59,00037	-5,72714	-1,39463	1,944993	-38,4743	5,02235	25,224	<b>9,28</b>
<b>RM25P</b>	45,64673	6,2586	39,17007	-6,26025	-0,86152	0,742217	-38,1338	4,68184	21,91963	<b>7,86</b>
<b>RM30P</b>	41,9435	9,96183	99,23806	-4,99299	-2,12878	4,531704	-39,3424	5,89038	34,69658	<b>11,77</b>

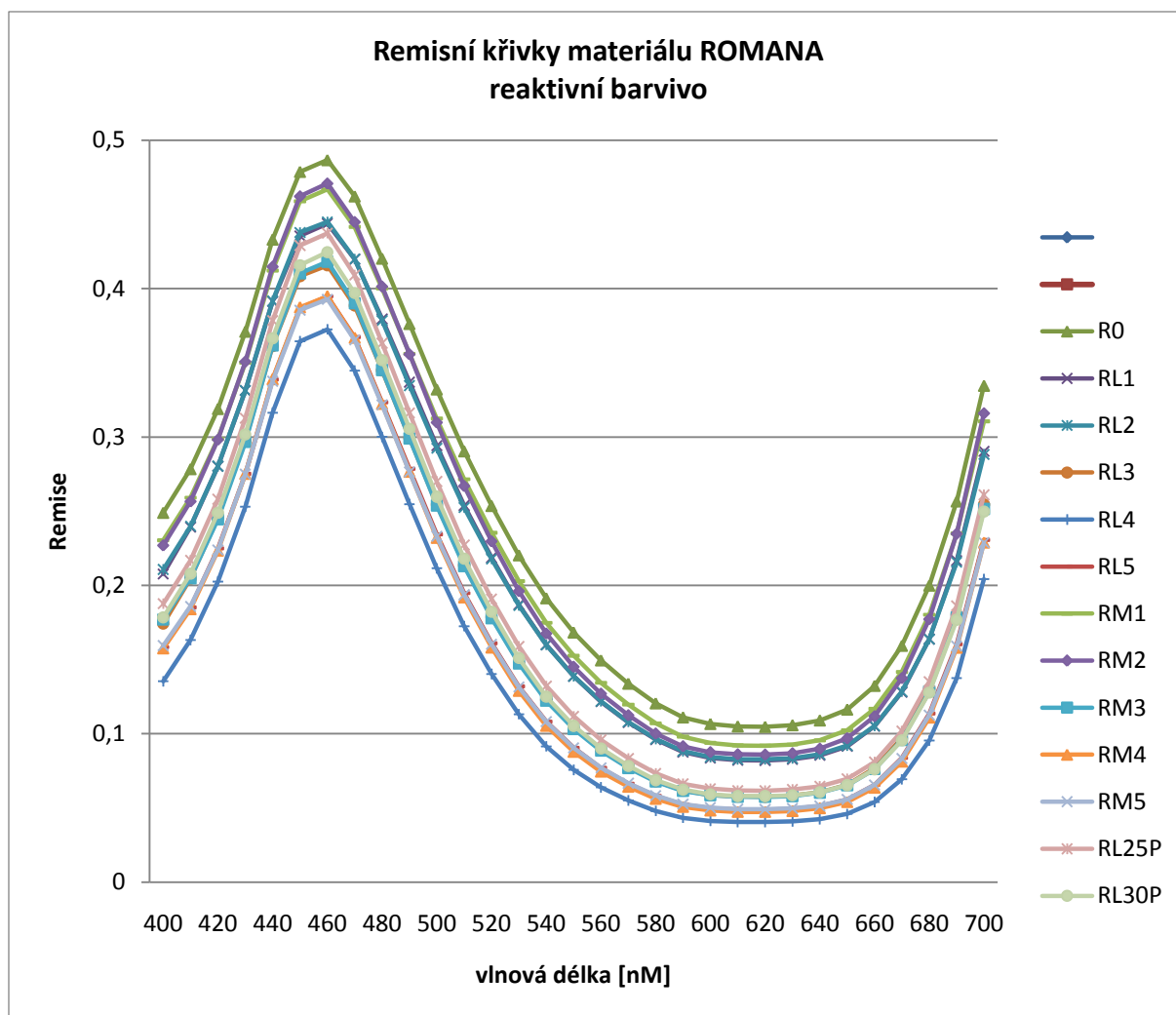
Tabulka 19 - barevné difference materiálu Solitude - barvení reaktivním barvivem

	L	$\Delta L$	$\Delta L^2$	a	$\Delta a$	$\Delta a^2$	b	$\Delta b$	$\Delta b^2$	$\Delta E$
<b>S0</b>	53,28273			-7,70018			-33,8042			
<b>SL25P</b>	44,6964	8,58633	73,72506	-5,87595	-1,82423	3,327815	-39,0854	5,28123	27,89139	<b>10,24423</b>
<b>SL30P</b>	42,91706	10,36567	107,4471	-5,42028	-2,2799	5,197944	-39,5315	5,72733	32,80231	<b>12,06016</b>
<b>SM25P</b>	46,14492	7,13781	50,94833	-6,68076	-1,01942	1,039217	-38,3857	4,58156	20,99069	<b>8,54273</b>
<b>SM30P</b>	42,10364	11,17909	124,9721	-4,80185	-2,89833	8,400317	-40,4059	6,6017	43,58244	<b>13,30244</b>

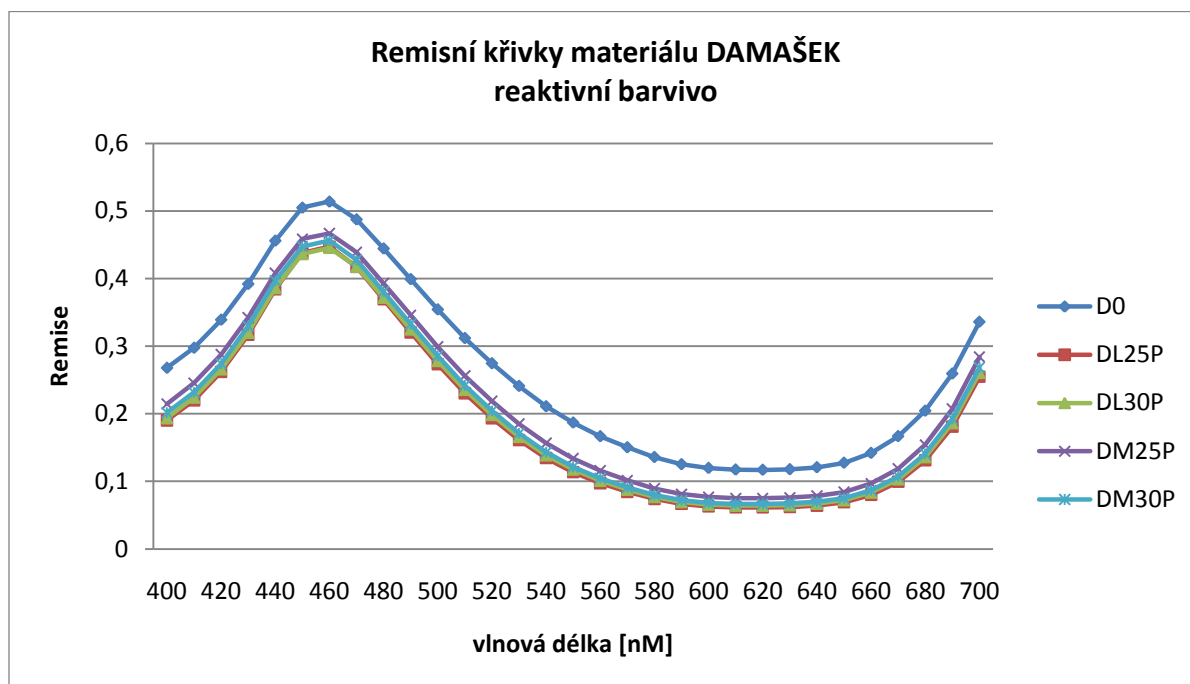
Tabulka 20 - barevné difference materiálu Damašek - barvení reaktivním barvivem

	L	$\Delta L$	$\Delta L^2$	a	$\Delta a$	$\Delta a^2$	b	$\Delta b$	$\Delta b^2$	$\Delta E$
<b>D0</b>	53,88276			-7,52339			-32,8271			
<b>DL25P</b>	45,95289	7,92987	62,88284	-6,49384	-1,02955	1,059973	-36,7637	3,93665	15,49721	<b>8,91</b>
<b>DL30P</b>	45,94827	7,93449	62,95613	-6,05041	-1,47298	2,16967	-38,0506	5,2235	27,28495	<b>9,61</b>
<b>DM25P</b>	48,0657	5,81706	33,83819	-6,94481	-0,57858	0,334755	-37,0999	4,27281	18,25691	<b>7,24</b>
<b>DM30P</b>	46,56221	7,32055	53,59045	-6,46645	-1,05694	1,117122	-38,2353	5,40825	29,24917	<b>9,16</b>

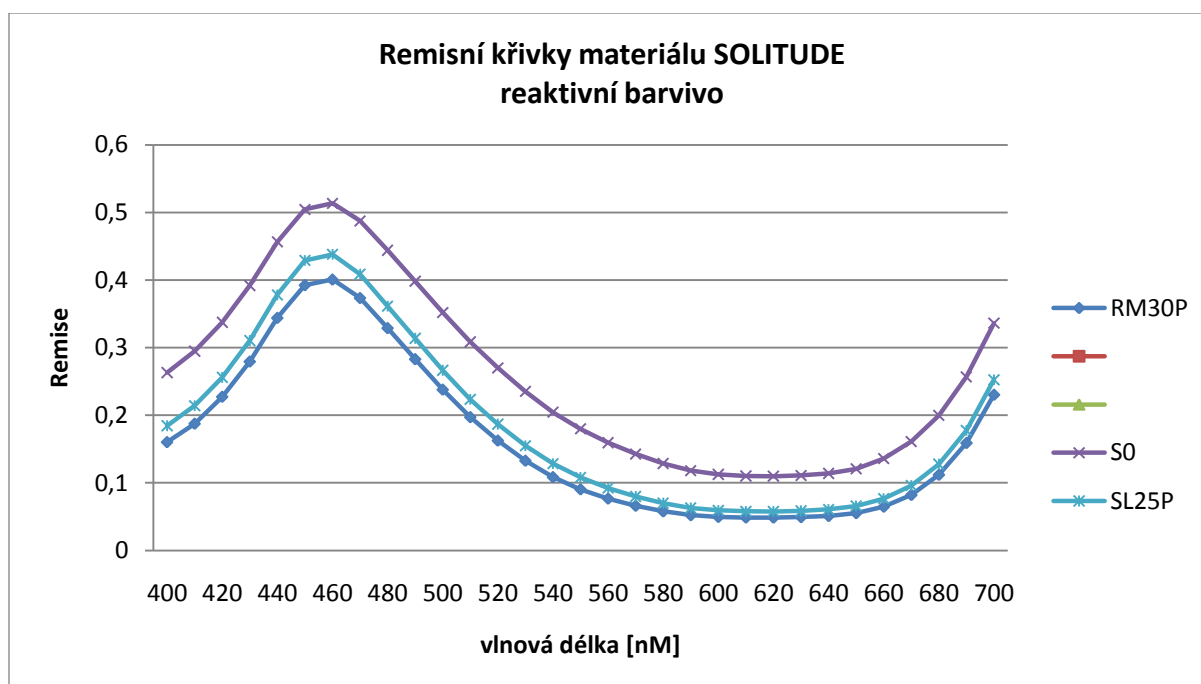
**Příloha 4- remisní křivky po barvení reaktivním barvivem Drimaren Brilliant Blue K-BL**



graf 32 - remisní křivky materiálu Romana - barvení reaktivním barvivem



graf 33 - remisní křivky materiálu Damašek - barvení reaktivním barvivem



graf 34 - remisní křivky materiálu Solitude - barvení reaktivním barvivem

## Příloha 5 - výsledné hodnoty absorbance lázně a vytažení barviva E po barvicím testu pomocí barviva Chicago blau

Tabulka 21 - absorbance, % vytažení po barvicím Chicago blau testu - Romana

Absorbance lázně, % vytažení lázně po barvicím testu pomocí Chicago blau - materiál ROMANA						
úprava materiálu	testované parametry	koncentrace NaOH [°Bé]				
		8	13	20	25	30
Laboratorní mercerace	Absorbance lázně po vybarvení A	0,4190	0,3490	0,2310	0,2210	0,2010
	vytažení barviva E [%]	70,68	75,58	83,83	84,53	85,93
Laboratorní louhování	Absorbance lázně po vybarvení A	0,3760	0,2760	0,2530	0,2510	0,2430
	vytažení barviva E [%]	73,69	80,69	82,30	82,44	83,00
Provozní mercerace	Absorbance lázně po vybarvení A	0	0	0	0,2590	0,2440
	vytažení barviva E [%]	0	0	0	81,88	82,93
Provozní louhování	Absorbance lázně po vybarvení A	0	0	0	0,2960	0,2470
	vytažení barviva E [%]	0	0	0	79,29	82,72

Tabulka 22 - absorbance, % vytažení po barvicím Chicago blau testu - Solitude

Absorbance lázně, % vytažení lázně po barvicím testu pomocí Chicago blau - materiál SOLITUDE						
úprava materiálu	testované parametry	koncentrace NaOH [°Bé]				
		8	13	20	25	30
Provozní mercerace	Absorbance lázně po vybarvení A	0	0	0	0,1480	0,1350
	vytažení barviva E [%]	0	0	0	89,64	90,55
Provozní louhování	Absorbance lázně po vybarvení A	0	0	0	0,1770	0,1370
	vytažení barviva E [%]	0	0	0	87,61	90,41

Tabulka 23 - absorbance, % vytažení po barvicím Chicago blau testu - Damašek

Absorbance lázně, % vytažení lázně po barvicím testu pomocí Chicago blau - materiál DAMAŠEK						
úprava materiálu	testované parametry	koncentrace NaOH [°Bé]				
		8	13	20	25	30
Provozní mercerace	Absorbance lázně po vybarvení A	0	0	0	0,1960	0,1880
	vytažení barviva E [%]	0	0	0	86,28	86,84
Provozní louhování	Absorbance lázně po vybarvení A	0	0	0	0,1650	0,1580
	vytažení barviva E [%]	0	0	0	88,45	88,94

## Příloha 6 – výsledné hodnoty změn rozměrů materiálů po praní [%]

Tabulka 24 – změny rozměrů materiálu Romana

Sráživost materiálu Romana							
	koncentrace NaOH [°Bé]	osnova			útek		
		původní hodnota [cm]	hodnota po vyprání [cm]	sráživost [%]	původní hodnota [cm]	hodnota po vyprání [cm]	sráživost [%]
RO	0	50,0	46,00	-8,00%	50,0	49,0	-2,00%
RM25	25	50,0	48,34	-3,33%	50,0	49,0	-2,06%
RM30	30	50,0	47,97	-4,06%	50,0	49,5	-1,06%
RL25	25	50,0	48,00	-4,00%	50,0	50,0	0,00%
RL30	30	50,0	48,13	-3,75%	50,0	49,5	-1,06%

Tabulka 25 - změny rozměrů materiálu Damašek

Sráživost materiálu Damašek							
	koncentrace NaOH [°Bé]	osnova			útek		
		původní hodnota [cm]	hodnota po vyprání [cm]	sráživost [%]	původní hodnota [cm]	hodnota po vyprání [cm]	sráživost [%]
D0	0	50,0	47,56	-4,88%	50,0	48,8	-2,44%
DM25	25	50,0	48,97	-2,06%	50,0	49,2	-1,60%
DM30	30	50,0	48,85	-2,30%	50,0	49,1	-1,73%
DL25	25	50,0	48,87	-2,26%	50,0	48,9	-2,26%
DL30	30	50,0	49,37	-1,26%	50,0	49,2	-1,60%

Tabulka 26 - změny rozměrů materiálu Solitude

Sráživost materiálu Solitude							
	koncentrace NaOH [°Bé]	osnova			útek		
		původní hodnota [cm]	hodnota po vyprání [cm]	sráživost [%]	původní hodnota [cm]	hodnota po vyprání [cm]	sráživost [%]
S0	0	50,0	47,77	-4,46%	50,0	48,8	-2,46%
SM25	25	50,0	49,37	-1,26%	50,0	49,9	-0,13%
SM30	30	50,0	49,24	-1,53%	50,0	49,3	-1,46%
SL25	25	50,0	49,40	-1,20%	50,0	49,3	-1,46%
SL30	30	50,0	49,37	-1,26%	50,0	49,6	-0,73%

## Příloha 7- výsledné hodnoty pevnosti

Tabulka 27 – pevnost a statistické výsledky materiálu Romana [N]

PEVNOST [N]										
materiál ROMANA		měření					průměrná hodnota	směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	95 % interval spolehlivosti
		1	2	3	4	5				
R0	osnova	850	852	890	886	848	865	18,70	2,16	<848,81;881,59>
	útek	645	675	670	649	660	660	11,58	1,75	<649,65;669,95>
RM25	osnova	931	932	890	880	919	910	21,47	2,36	<891,58;929,22>
	útek	680	696	663	675	685	680	10,91	1,6	<670,24;689,36>
RM30	osnova	922	920	909	945	930	925	11,96	1,29	<909,29;931,11>
	útek	699	660	686	681	699	685	14,38	2,1	<672,39;697,61>
RL25	osnova	915	925	910	950	952	930	17,51	1,88	<915,05;945,75>
	útek	680	693	659	660	681	675	13,15	1,95	<663,07;686,13>
RL30	osnova	940	925	941	937	910	931	11,77	1,26	<920,28;940,92>
	útek	740	730	703	723	706	720	14,09	1,96	<708,05;732,75>

Tabulka 28 – porovnání pevností materiálu Romana

pevnost materiálu Romana provozně upraveného [N]											
úprava	°Bé	označení materiálu	osnova				útek				
			dostava	pevnost [N]	pevnost na 1 vlákno [N]	pevnost na 63 vláken [N]	dostava	pevnost [N]	pevnost na 1 vlákno [N]	pevnost na 46 vláken [N]	
bez úpravy	0	R0	63	865	13,73	865	46	660	14,35	660	
mercera ce	25	RM25	65	910	14,00	882	47	680	14,47	666	
	30	RM30	66	925	14,02	883	47	685	14,57	670	
louhová ní	25	RL25	65	930	14,31	901	47	695	14,79	680	
	30	RL30	65	931	14,32	902	47	720	15,32	705	

Tabulka 29 - pevnost a statistické výsledky materiálu Damašek [N]

PEVNOST [N]										
materiál DAMAŠEK		měření					průměrná hodnota	směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	95%interval spolehlivosti $X_D / X_H$
		1	2	3	4	5				
D0	osnova	739	721	703	716	723	720	11,62	1,61	<710,21;730,59>
	útek	515	556	520	530	529	530	14,16	2,67	<517,59;542,41>
DM25	osnova	745	727	749	738	765	745	12,56	1,69	<733,79;755,81>
	útek	542	575	571	552	560	560	12,12	2,16	<549,38;570,62>
DM30	osnova	778	790	786	815	804	795	13,23	1,66	<783,00;806,20>
	útek	613	580	570	561	599	585	19,00	3,25	<567,94;601,26>
DL25	osnova	815	806	788	796	819	805	11,55	1,43	<794,68;814,92>



	útek	536	554	571	552	538	550	12,66	2,30	<539,11;561,29>
DL30	osnova	791	811	793	824	830	810	15,79	1,95	<795,96;823,64>
	útek	555	560	555	564	535	554	9,99	1,80	<545,05;562,55>

Tabulka 30 - porovnání pevností materiálu Damašek

pevnost materiálu Damašek provozně upraveného [N]										
úprava	°Bé	označení materiálu	osnova				útek			
			dostava	pevnost [N]	pevnost na 1 vlákno [N]	pevnost na 69 vláken [N]	dostava	pevnost [N]	pevnost na 1 vlákno [N]	pevnost na 56 vláken [N]
bez úpravy	0	D0	69	720	10,43	720	56	530	9,46	530
mercera ce	25	DM25	72	745	10,35	714	56	560	10,00	560
	30	DM30	72	795	11,04	762	56	585	10,45	585
louhová ní	25	DL25	72	805	11,18	771	57	550	9,65	540
	30	DL30	72	810	11,25	776	56	554	9,89	554

Tabulka 31 - pevnost a statistické výsledky materiálu Solitude [N]

PEVNOST [N]										
materiál SOLITUDE		měření					průměrná hodnota	směrodatná odchylka	Variační koeficient [%]	95%interval spolehlivosti
		1	2	3	4	5				
S0	osnova	716	689	710	722	715	710	11,36	1,6	<700,44;720,36>
	útek	385	390	409	379	410	395	12,66	3,21	<383,5;405>
SM25	osnova	777	768	788	803	787	785	11,74	1,5	<774,31;794,89>
	útek	435	439	459	470	448	450	12,89	2,86	<438,9;461,5>
SM30	osnova	815	826	810	840	836	825	11,59	1,4	<815,2;835,56>
	útek	420	429	460	458	435	440	15,93	3,62	<426,43;454,37>
SL25	osnova	815	842	849	831	815	830	13,82	1,67	<818,28;842,52>
	útek	456	466	460	438	455	455	9,34	2,05	<446,81;463,19>
SL30	osnova	820	815	835	851	829	830	12,59	1,52	<818,97;841,03>
	útek	462	490	505	483	462	480	16,62	3,46	<465,83;494,97>

Tabulka 32 - porovnání pevností materiálu Solitude

pevnost materiálu Solitude provozně upraveného [N]										
úprava	°Bé	označení materiálu	osnova				útek			
			dostava	pevnost [N]	pevnost na 1 vlákno [N]	pevnost na 51 vláken [N]	dostava	pevnost [N]	pevnost na 1 vlákno [N]	pevnost na 37 vláken [N]
bez úpravy	0	S0	51	710	13,92	710	37	395	10,68	395
mercera ce	25	SM25	49	785	16,02	817	37	450	12,16	450

	30	SM30	48	825	17,19	877	37	440	11,89	440
louhování	25	SL25	49	830	16,94	864	38	455	11,97	443
	30	SL30	49	830	16,94	864	38	480	12,63	467

Tabulka 33 - rozdíly pevností testovaných materiálů [%]

rozdíly pevnosti materiálů s úpravou od pevnosti bez úpravy [%]									
úprava	Romana	označení materiálu	rozdíl pevnosti [%]	Damašek	označení materiálu	rozdíl pevnosti [%]	Solitude	označení materiálu	rozdíl pevnosti [%]
bez úpravy		R0	0		D0	0		S0	0
mercerace		RM25	1,96		DM25	-0,83		SM25	15
		RM30	2,08		DM30	5,8		SM30	23,5
louhování		RL25	4,16		DL25	7,1		SL25	21,7
		RL30	4,27		DL30	7,8		SL30	21,7

## Příloha 8 – Výsledné hodnoty lesku

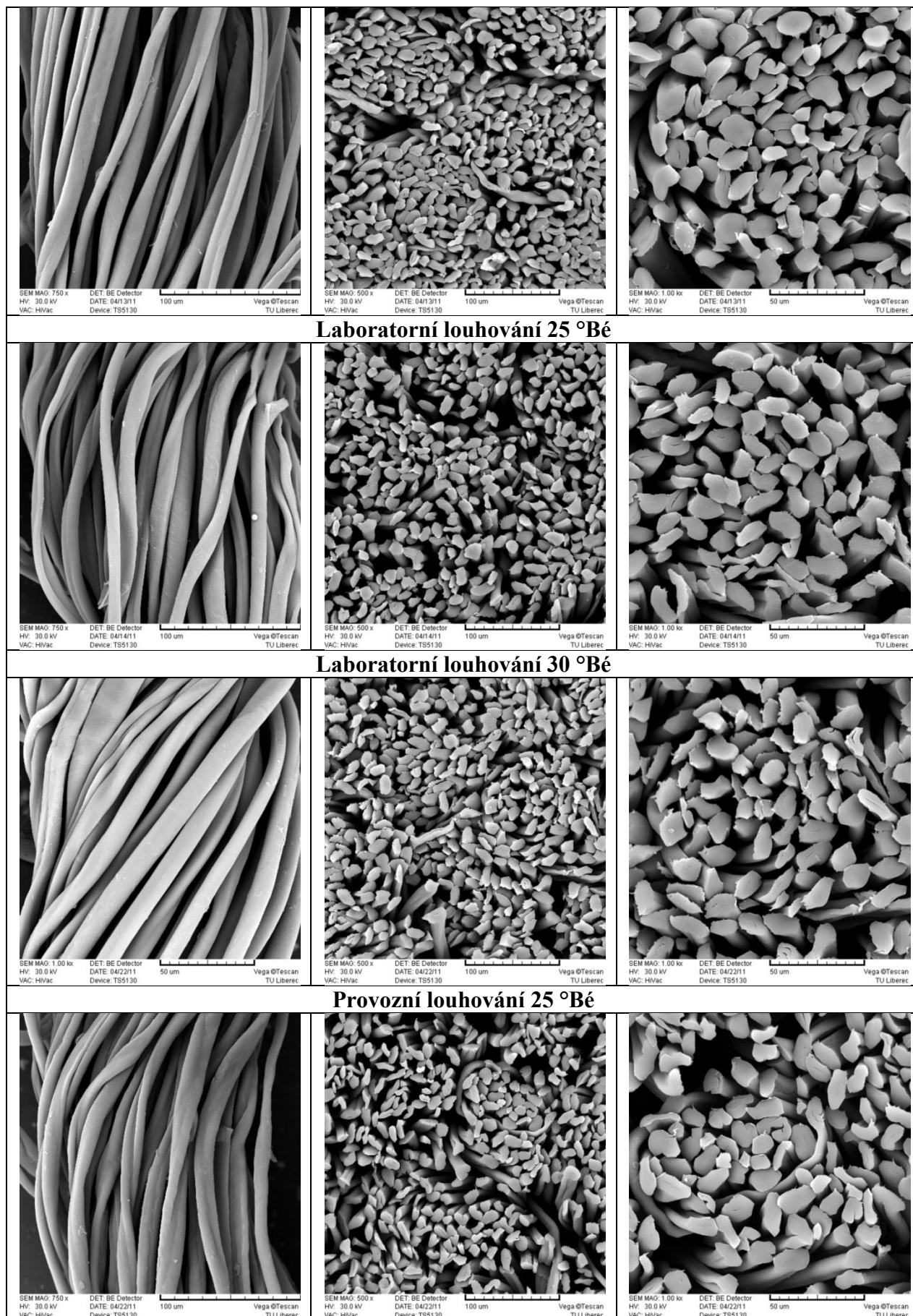
Tabulka 34 - lesk materiálů Damašek, Solitude

LESK MATERIÁLŮ (úhel 85°) [GU]											
materiál	úprava	průměr	směrodatná odchylka	variační koeficient %	95 % interval spolehlivosti	materiál	úprava	průměr	směrodatná odchylka	variační koeficient %	95 % interval spolehlivosti
DAMAŠEK	D0	1,07	0,12	11,09	<0,99;1,14>	SOLITUDE	S0	1,1	0,1	9,09	<1,04;1,16>
	DL25	1,28	0,12	9,76	<1,20;1,36>		SL25	1,23	0,078	6,34	<1,2;1,3>
	DL30	1,24	0,22	18,10	<1,10;1,38>		SL30	1,28	0,116	9,06	<1,2;1,35>
	DM25	1,21	0,37	30,40	<0,98;1,44>		SM25	1,24	0,149	12,02	<1,15;1,33>
	DM30	0,85	0,54	63,85	<0,51;1,19>		SM30	1,34	0,102	7,61	<1,28;1,4>

**Příloha 9 - obrázky z Elektronového rastrovacího mikroskopu podélného i příčného řezu materiálu Romana**

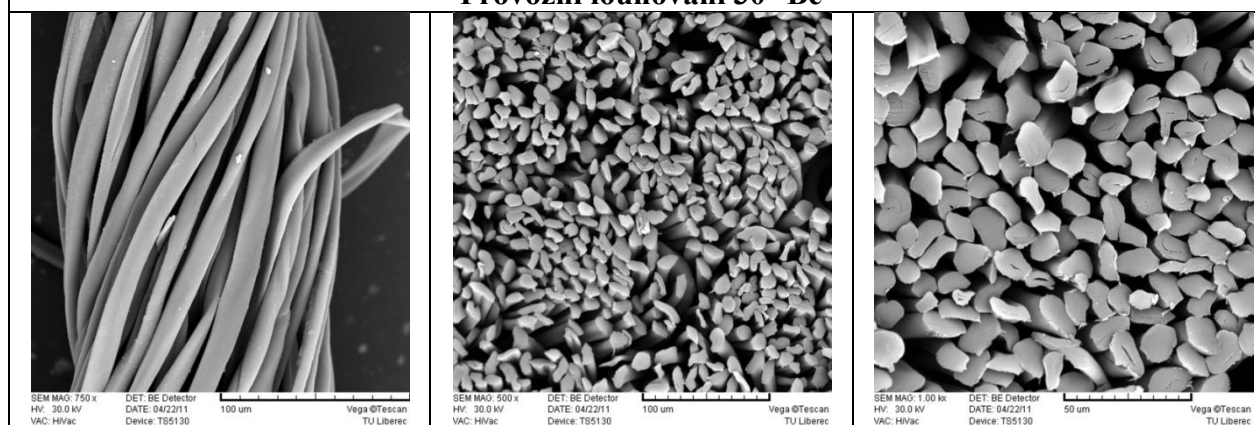
ROMANA		
Podélný pohled (zvětšení 750x)	Příčný řez (zvětšení 500x)	Příčný řez (zvětšení 1000x)
<b>Neupravená textilie</b>		
<b>Laboratorní louhování 8 °Bé</b>		
<b>Laboratorní louhování 13 °Bé</b>		
<b>Laboratorní louhování 20 °Bé</b>		



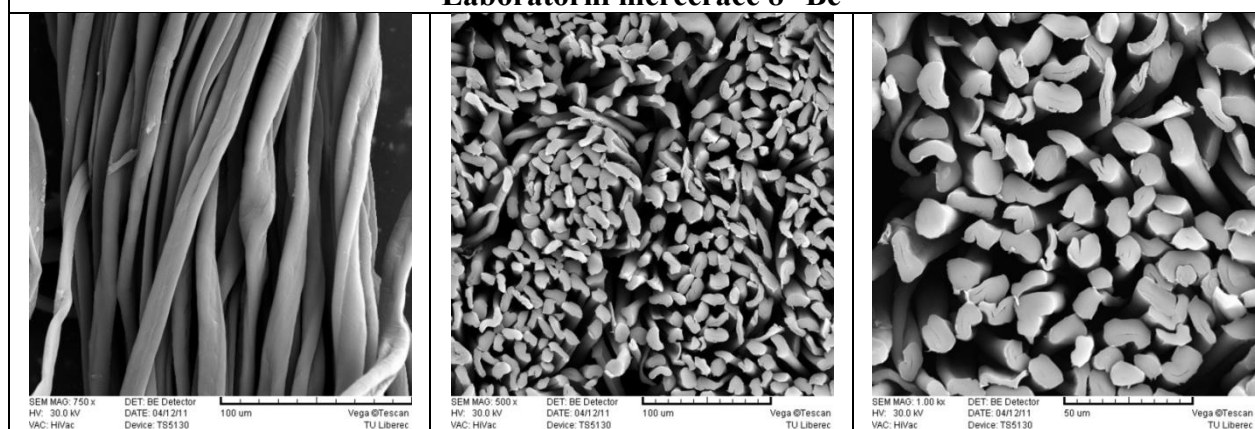




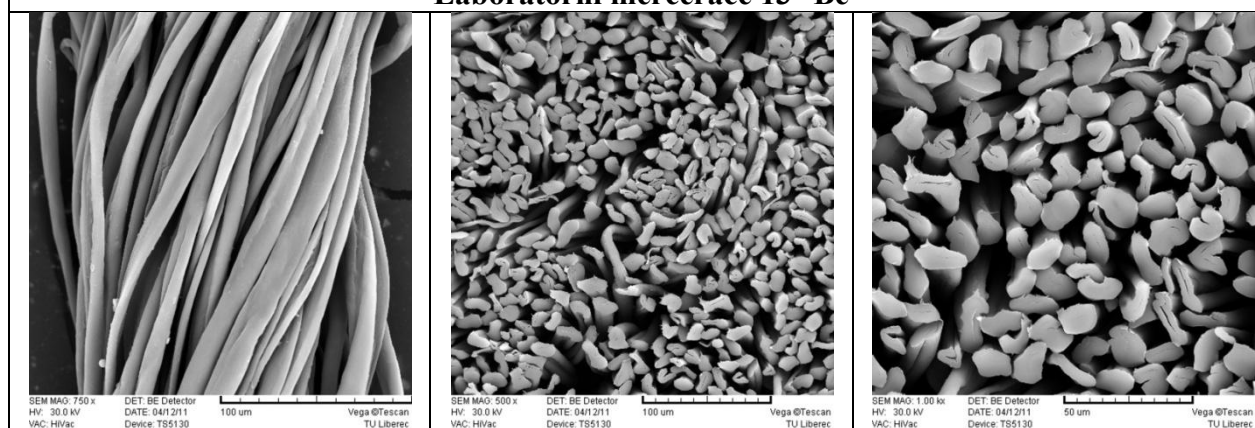
### Provozní louhování 30 °Bé



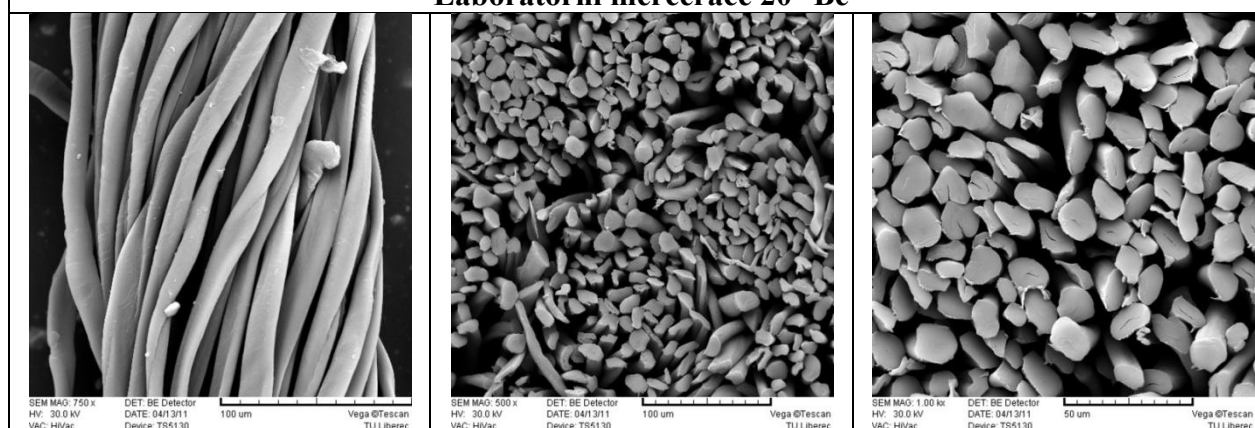
### Laboratorní mercerace 8 °Bé



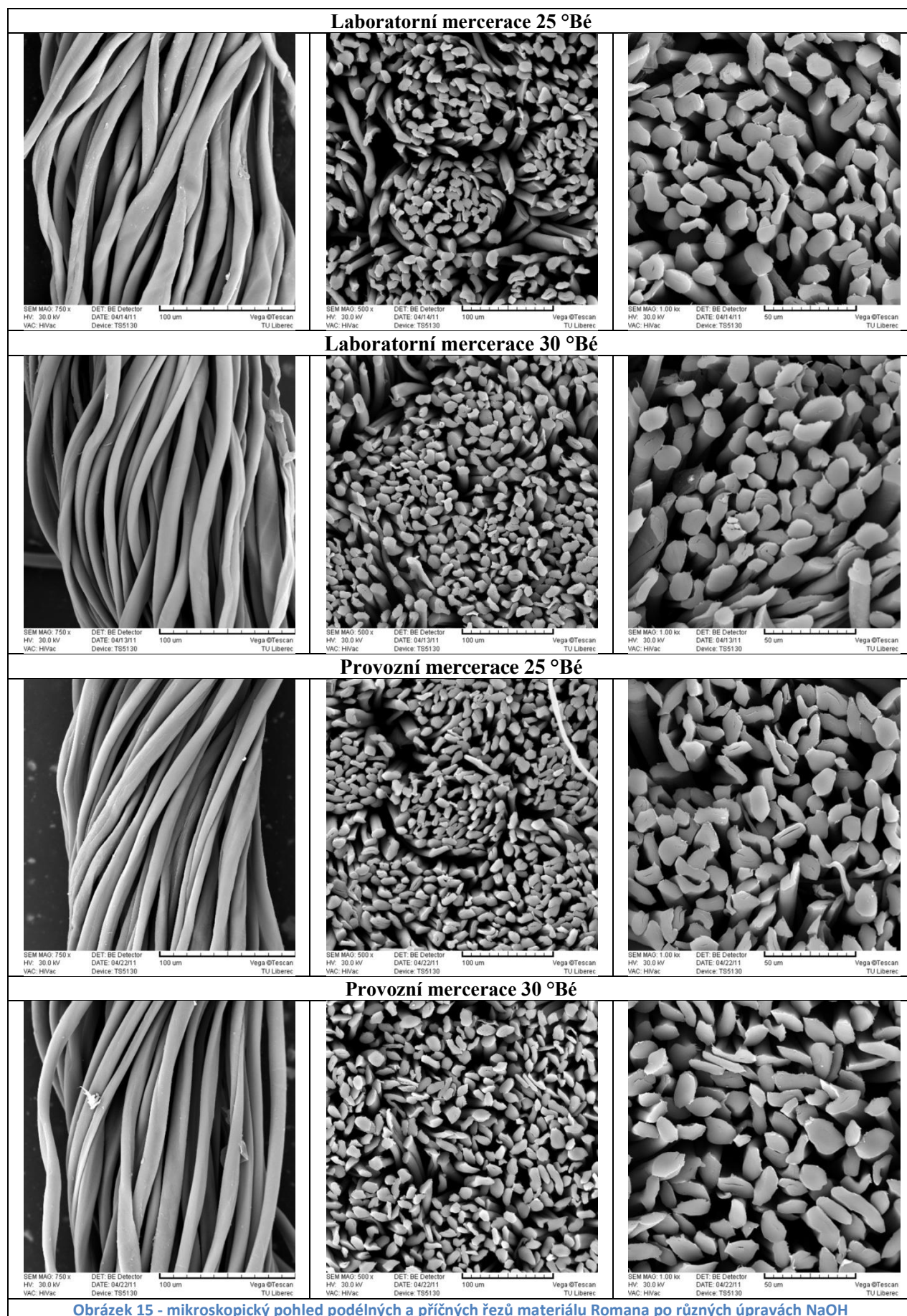
### Laboratorní mercerace 13 °Bé



### Laboratorní mercerace 20 °Bé







## Příloha 10 – statistické vyhodnocení obrazové analýzy příčných řezů vláken bavlny

Tabulka 35 - výsledné hodnoty průměru a 95 % IS obrazové analýzy průřezu vláken materiálu Romana

		Plocha	Ekv. průměr	obvod	Tvar. faktor	Cirkul.			Plocha	Ekv. průměr	obvod	Tvar. faktor	Cirkul.
R0		R0 P	R0 E	R0 O	R0 T	R0 C	RM1		RM1 P	RM1 E	RM1 O	RM1 T	RM1 C
	Průměr	2289,44	49,36	199,35	0,295	0,628		Průměr	2280,78	53,03	201,35	0,171	0,713
	Spodní mez	2068,33	47,45	189,95	0,262	0,597		Spodní mez	2140,20	51,29	193,11	0,150	0,685
	Horní mez	2479,22	51,28	208,75	0,328	0,659		Horní mez	2421,36	54,77	209,58	0,194	0,741
RM2		RM2 P	RM2 E	RM2 O	RM2 T	RM2 C	RM3		RM3 P	RM3 E	RM3 O	RM3 T	RM3 C
	Průměr	1993,60	49,23	181,64	0,151	0,731		Průměr	1848,61	47,75	170,61	0,129	0,784
	Spodní mez	1844,11	47,28	173,90	0,132	0,703		Spodní mez	1712,96	45,89	163,88	0,112	0,758
	Horní mez	2143,09	51,17	189,37	0,171	0,759		Horní mez	1984,27	49,60	177,34	0,146	0,808
RM4		RM4 P	RM4 E	RM4 O	RM4 T	RM4 C	RM5		RM5 P	RM5 E	RM5 O	RM5 T	RM5 C
	Průměr	1831,33	47,43	166,67	0,123	0,790		Průměr	2117,37	51,26	177,95	0,077	0,859
	Spodní mez	1689,63	45,48	160,28	0,109	0,767		Spodní mez	1976,77	49,40	171,15	0,067	0,842
	Horní mez	1973,03	49,37	173,06	0,139	0,812		Horní mez	2257,97	53,12	184,75	0,088	0,876
RL25		RL25 P	RL25 E	RL25 O	RL25 T	RL25 C	RL30		RL30 P	RL30 E	RL30 O	RL30 T	RL30 C
	Průměr	1880,36	49,72	191,78	0,202	0,665		Průměr	1728,45	47,41	171,57	0,114	0,803
	Spodní mez	1754,57	47,92	183,99	0,175	0,630		Spodní mez	1621,70	45,87	165,40	0,100	0,780
	Horní mez	2013,65	51,52	199,57	0,232	0,700		Horní mez	1841,39	48,96	177,74	0,128	0,824
RM25		RM25 P	RM25 E	RM25 O	RM25 T	RM25 C	RM30		RM30 P	RM30 E	RM30 O	RM30 T	RM30 C
	Průměr	1498,39	44,76	167,27	0,184	0,698		Průměr	1783,69	47,15	167,80	0,114	0,804
	Spodní mez	1379,02	42,80	159,56	0,162	0,670		Spodní mez	1666,79	45,39	162,68	0,100	0,780
	Horní mez	1627,36	46,72	175,26	0,208	0,727		Horní mez	1900,58	48,90	172,76	0,130	0,827

**Příloha 11 - vzorky materiálů testovaných barvicími testy**

**Vzorky materiálu ROMANA - Red green test**

Bez úpravy				
Laboratorní		° Bé	Provozní	
mercerace	louhování		mercerace	louhování
		8	-	-
		13	-	-
		20	-	-
		25		
		30		



**Vzorky materiálů Solitude a Damašek – Red green test**

SOLITUDE		DAMAŠEK		
Bez úpravy				
Provozní		° Bé	Provozní	
mercerace	louhování		mercerace	louhování
		25		
		30		

**Vzorky materiálu ROMANA - Drimaren Brilliant Blue K-BL**

Bez úpravy				
Laboratorní		° Bé	Provozní	
mercerace	louhování		mercerace	louhování
		8	-	-
		13	-	-
		20	-	-
		25		
		30		

**Vzorky materiálů Solitude a Damašek - Drimaren Brilliant Blue K-BL**

SOLITUDE		DAMAŠEK		
Bez úpravy				
Provozní		° Bé	Provozní	
mercerace	louhování		mercerace	louhování
		25		
		30		